

**TRABZON ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**FEN BİLİMLERİ DERSİ UYGULAMALI BİLİM ÜNİTESİ
KAPSAMINDA GELİŞTİRİLEN ETKİNLİKLERİN STEM
ENTEGRASYONU AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Canan Birsen KELEŞ

**TRABZON
Haziran, 2019**

**TRABZON ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**FEN BİLİMLERİ DERSİ UYGULAMALI BİLİM ÜNİTESİ
KAPSAMINDA GELİŞTİRİLEN ETKİNLİKLERİN STEM
ENTEGRASYONU AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Canan Birsen KELEŞ

**Trabzon Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nce Yüksek
Lisans Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Danışmanı
Prof. Dr. Hakan Şevki AYVACI**

**TRABZON
Haziran, 2019**

Trabzon Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürlüğü' ne

Bu çalışma jürimiz tarafından İlköğretim Anabilim Dalı' nda YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir 25/06/2019

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Hakan Şevki AYVACI

Üye : Prof. Dr. Hasan GENÇ

Üye : Doç. Dr. Nagihan YILDIRIM

Onay

Yukarıda imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Bülent GÜVEN
Enstitü Müdürü

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Tezimin içerdiği yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadığımı; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalardan bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada kullanılan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yaptığımı ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi, ayrıca bu çalışmanın Trabzon Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programı”yla tarandığını ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonuca razı olduğumu bildiririm.

Canan Birsen KELEŞ

25 / 06 / 2019

ÖN SÖZ

Fen bilimleri dersi uygulamalı bilim ünitesi kapsamında geliştirilen etkinliklerin STEM entegrasyonu açısından değerlendirilmesi konusundaki bu araştırma, Trabzon Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İlköğretim Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Bu çalışmanın uygulanmasında ve yürütülmesinde bana okulun imkânlarını sunan, yardımlarını esirgemeyen Trabzon Maçka Çatak Ortaokulu müdürüne, çalışmalarında bana katkı sunan değerli öğretmenlerine ve uygulamaya katılan beşinci sınıf öğrencilerine katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Bu çalışma süresince danışmanlığımı üstlenen, araştırma konumun tespitinde ve araştırmanın yürütülmesi esnasında tecrübelerinden yararlandığım değerli hocam Prof. Dr. Hakan Şevki AYVACI'ya teşekkürlerimi sunarım.

Bugünlere gelmemde en çok emek harcayan, verdiğim kararlarda her zaman destekçim olan, hakkını ne yapsam ödeyemeyeceğimi çok iyi bildiğim, canım fedakar annem Samiye DAYI ALKIŞ'a ve bu yolda desteklerini en derinden hissettiğim sevgili eşim Ömer Melih KELEŞ'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Haziran, 2019

Canan Birsen KELEŞ

İÇİNDEKİLER

ÖN SÖZ.....	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
ÖZET	ix
ABSTRACT	x
TABLolar LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xii
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xv
1. GİRİŞ.....	1
1. 1. Araştırmanın Amacı.....	4
1. 2. Araştırmanın Gerekçesi ve Önemi.....	4
1. 3. Araştırmanın Sınırlılıkları	6
1. 4. Araştırmanın Varsayımları	6
1. 5. Tanımlar	6
2. LİTERATÜR TARAMASI.....	7
2. 1. Araştırmanın Kuramsal Çerçevesi	7
2. 1. 1. 21. Yüzyıl Becerileri ve STEM Eğitimi	7
2. 1. 2. Dünya’da STEM Eğitimi	9
2. 1. 3. Türkiye’de STEM Eğitimi.....	11
2. 1. 4. Fen ve Mühendislik Entegrasyonu	14
2. 1. 5. Mühendislik Tasarım Temelli Fen Eğitimi ve Mühendislik Tasarım Süreci.....	15
2. 1. 6. İlgili Araştırmalar	18
2. 1. 6. 1. STEM Eğitimi ile Fen ve Mühendislik Uygulamaları Alanında Yurt İçinde Yapılan Araştırmalar	18
2. 1. 6. 2. STEM Eğitimi ile Fen ve Mühendislik Uygulamaları Alanında Yurt Dışında Yapılan Araştırmalar	21
2. 2. Literatür Taramasının Sonucu	22
3. YÖNTEM	24
3. 1. Araştırma Modeli	24
3. 2. Araştırmanın Çalışma Grubu	27

3. 3. Verilerin Toplanması.....	27
3. 3. 1. Veri Toplama Araçları	27
3. 3. 1. 1. Nicel Veri Toplama Aracı	28
3. 3. 1. 1. 1. STEM Tutum Ölçeği.....	28
3. 3. 1. 2. Nitel Veri Toplama Araçları.....	28
3. 3. 1. 2. 1. Gözlem Notları	28
3. 3. 1. 2. 2. Görüşme Formu.....	29
3. 3. 1. 2. 3. Doküman İncelemesi.....	30
3. 3. 1. 2. 3. 1. Serbest Öğrenci Günlükleri.....	30
3. 3. 1. 2. 3. 2. Mühendislik Tasarım Süreci Dokümanı	32
3. 3. 2. Veri Toplama Süreci	35
3. 3. 2. 1. Etik, Geçerlik ve Güvenirlik.....	41
3. 4. Verilerin Analizi.....	42
3. 4. 1. Nicel Verilerin Analizi	42
3. 4. 2. Nitel Verilerin Analizi	43
4. BULGULAR.....	47
4. 1. Öğrencilerin STEM'e Yönelik Tutumlarına İlişkin Bulgular	47
4. 2. Öğrencilerin Mühendislik Tasarım Süreci Uygulama Becerilerine İlişkin Bulgular	48
4. 2. 1. Mühendislik Tasarım Sürecine Ait Bulgular	48
4. 2. 1. 1. Berk ve Ece'nin Grubunun Mühendislik Tasarım Sürecine Ait Elde Edilen Bulgular	48
4. 2. 1. 1. 1. Problem ya da İhtiyacın Belirlenmesine Yönelik Bulgular	48
4. 2. 1. 1. 2. Probleme Yönelik İhtiyacın Araştırılmasına Yönelik Bulgular	53
4. 2. 1. 1. 3. Olası Çözümlerin Araştırılması ve Geliştirilmesine Yönelik Bulgular.....	56
4. 2. 1. 1. 4. En Uygun Çözümün Belirlenmesine Yönelik Bulgular	60
4. 2. 1. 1. 5. Prototip Yapımı ve Test Edilmesine Yönelik Bulgular	62
4. 2. 1. 1. 6. Çözümün Paylaşılması ve Yeniden Tasarlamaya Yönelik Bulgular	65
4. 2. 1. 2. Ali ve Azra'nın Grubunun Mühendislik Tasarım Sürecine Ait Elde Edilen Bulgular	67
4. 2. 1. 2. 1. Problem ya da İhtiyacın Belirlenmesine Yönelik Bulgular	67
4. 2. 1. 2. 2. Probleme Yönelik İhtiyacın Araştırılmasına Yönelik Bulgular	69

4. 2. 1. 2. 3. Olası Çözümlerin Araştırılması ve Geliştirilmesine Yönelik Bulgular.....	71
4. 2. 1. 2. 4. En Uygun Çözümün Belirlenmesine Yönelik Bulgular	73
4. 2. 1. 2. 5. Prototip Yapımı ve Test Edilmesine Yönelik Bulgular	75
4. 2. 1. 2. 6. Çözümün Paylaşılması ve Yeniden Tasarlamaya Yönelik Bulgular	78
4. 2. 1. 3. Aylin ve Ayça'nın Grubunun Mühendislik Tasarım Sürecine Ait Elde Edilen Bulgular	80
4. 2. 1. 3. 1. Problem ya da İhtiyacın Belirlenmesine Yönelik Bulgular	80
4. 2. 1. 3. 2. Probleme Yönelik İhtiyacın Araştırılmasına Yönelik Bulgular	82
4. 2. 1. 3. 3. Olası Çözümlerin Araştırılması ve Geliştirilmesine Yönelik Bulgular.....	84
4. 2. 1. 3. 4. En Uygun Çözümün Belirlenmesine Yönelik Bulgular	87
4. 2. 1. 3. 5. Prototip Yapımı ve Test Edilmesine Yönelik Bulgular	88
4. 2. 1. 3. 6. Çözümün Paylaşılması ve Yeniden Tasarlamaya Yönelik Bulgular	91
4. 2. 2. Öğrencilerin Mühendislik Tasarım Süreci Hakkındaki Düşüncelerine Ait Bulgular.....	93
5. TARTIŞMA	96
5. 1. Öğrencilerin STEM'e Yönelik Tutumlarına İlişkin Tartışma	96
5. 2. Öğrencilerin Mühendislik Tasarım Süreci Uygulama Becerilerine İlişkin Tartışma	97
5. 2. 1. Problem ya da İhtiyacın Belirlenmesine Yönelik Tartışma	97
5. 2. 2. Probleme Yönelik İhtiyacın Araştırılmasına Yönelik Tartışma.....	98
5. 2. 3. Olası Çözümlerin Araştırılması ve Geliştirilmesine Yönelik Tartışma....	100
5. 2. 4. En Uygun Çözümün Belirlenmesine Yönelik Tartışma	101
5. 2. 5. Prototip Yapımı ve Test Edilmesine Yönelik Tartışma	101
5. 2. 6. Çözümün Paylaşılması ve Yeniden Tasarlamaya Yönelik Tartışma	102
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	104
6. 1. Sonuçlar	104
6. 2. Öneriler	104
6. 2. 1. Araştırma Sonuçlarına Dayalı Öneriler	105
6. 2. 2. İleride Yapılabilecek Araştırmalara Yönelik Öneriler.....	106
7. KAYNAKLAR	107

8. EKLER	119
9. ÖZ GEÇMİŞ VE İLETİŞİM BİLGİLERİ.....	159



ÖZET

Fen Bilimleri Dersi “Uygulamalı Bilim Ünitesi” Kapsamında Geliştirilen Etkinliklerin STEM Entegrasyonu Açısından Değerlendirilmesi

Bu araştırmanın amacı, Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM) eğitimi temelinde “Mühendislik Tasarım Süreci Dokümanı” hazırlamak, hazırlanan etkinlikleri uygulamak ve etkinliklerin öğrencilerin STEM tutumlarına ve mühendislik tasarım sürecini uygulama becerilerine olan etkisini incelenmektir. 2017-2018 eğitim öğretim yılının ikinci döneminde bir ortaokulun 5. sınıfında öğrenim gören 12 öğrenci ile yürütülen araştırmada karma yöntemler araştırma modeli kullanılmıştır. Araştırmanın nicel boyutunda öğrencilerin STEM tutumlarındaki değişimini incelemek amacı ile tek gruplu deneysel desen kullanılmıştır. Araştırmanın nitel boyutunda uygulanan etkinliklerin öğrencilerin mühendislik tasarım sürecini uygulama becerilerine etkisini incelemek amacı ile de durum çalışması kullanılmıştır. Araştırmanın nicel verileri STEM tutum ölçeği ile, nitel veriler için ise mühendislik tasarım süreci dokümanı, gözlem notları, serbest öğrenci günlükleri ve yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Araştırma süresince elde edilen nicel veriler SPSS 18.0 paket programı ile analiz edilmiştir. Nitel verilerin çözümlenmesinde ise betimsel analiz ve içerik analizi kullanılmıştır. Araştırmanın nicel bölümünden elde edilen bulgular, uygulanan etkinliklerin öğrencilerin STEM tutumlarını olumlu yönde etkilediği yönündedir. Nitel boyutta elde edilen bulgularda ise uygulanan etkinliklerin mühendislik tasarım sürecinin tüm basamaklarında öğrencilerin mühendislik tasarım sürecini uygulama becerilerini geliştirdiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Fen ve Mühendislik Uygulamaları, Mühendislik Tasarım Süreci, Fen Eğitimi.

ABSTRACT

Evaluation Of The Activities Developed Within The Context Of Science Course “Applied Science Unit” In Terms Of STEM Integration

The objective of this research is to prepare “Engineering Design Process Document” on the basis of Science, Technology, Engineering and Maths (STEM) Education, to apply the activities prepared and to study the effect of the activities on students’ STEM attitudes and skills to apply engineering design process. In the second semester of 2017-2018 academic year, mixed method research model was used in the research conducted with 12 students receiving education at 5th grade of a secondary school. In quantitative aspect of the research, one-group experimental design was used for the purpose of viewing the changes in the students’ STEM attitudes. In qualitative aspect of the research, case study was used for the purpose of viewing the effect of the applied activities on the students’ skills to apply engineering design process. STEM attitude scale for quantitative data and engineering design process document, observation notes, free students logs, semi-structured interview form for qualitative data were used. Quantitative data obtained during the research was analyzed with SPSS 18.0 package software. Descriptive analysis and content analysis were used in the analysis of the qualitative data. Findings obtained from the quantitative part of the research indicate that the activities which were applied affected the students’ STEM attitudes positively. Findings obtained from the qualitative aspect show that the applied activities improved the students’ skills to apply engineering design process in all steps of engineering design process.

Keywords: Science and Engineering Applications, Engineering Design Process, Science Education.

TABLolar LİSTESİ

<u>Tablo No</u>	<u>Tablo Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
1.	Çeşitli Mühendislik Tasarım Süreci Basamakları.....	16
2.	Karma Yöntemin Güçlü ve Zayıf Yönleri	25
3.	Çalışma Grubunun Cinsiyete Göre Dağılımı	27
4.	Araştırmanın Alt Problemlerine Göre Veri Toplama Araçlarının Dağılımı	27
5.	Araştırmada Kullanılan Mühendislik Tasarım Süreci Dokümanında Tasarlanan Etkinlikler, Amaçları ve Sonuçları	33
6.	Araştırmanın Uygulama Süreci Takvimi	36
7.	Mühendislik Tasarım Süreci Dokümanının Betimsel Analizi İçin Oluşturulan Plan	45
8.	Araştırmada Kullanılan Veri Toplama Araçlarının Analizinde Kullanılan Yöntemler.....	46
9.	STEM Tutum Ölçeğine Yönelik Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları	47
10.	Öğrencilerin "Mühendislik Tasarım Süreci Senin İçin Ne İfade Ediyor?" Sorusuna Ait Görüşleri.....	93
11.	Öğrencilerin "Mühendislik Tasarım Süreci Kapsamında Yaptığınız Etkinlikler Sana Nasıl Bir Katkı Sağladı?" Sorusuna Ait Görüşleri.....	94
12.	Öğrencilerin "Mühendislik Tasarım Sürecinin En Çok Hangi Basamağında Zorlandınız?" Sorusuna Ait Görüşleri	94
13.	Öğrencilerin "Mühendislik Tasarım Süreci Kullanılarak İşlenen Fen Bilimleri Dersi Hakkında Neler Düşünüyorsunuz?" Sorusuna Ait Görüşleri.....	95

ŞEKİLLER LİSTESİ

<u>Şekil No</u>	<u>Şekil Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
1.	21. yüzyıl becerileri	7
2.	STEM eğitimi için atılacak adımlar	13
3.	Üç büyük araştırma paradigması (nitel, nicel, karma) ve karma yöntemler araştırmasının alt dalları	24
4.	Araştırmada kullanılan tek gruplu ön test son test basit deneysel desen.....	26
5.	Olası çözümlerin araştırılması ve geliştirilmesi basamağına ait günlük örneğı	31
6.	Araştırmada kullanılan mühendislik tasarım süreci basamakları	32
7.	Beyin fırtınası yapıyorum etkinliğine ait örnek doküman.....	34
8.	Fikirlerimi paylaşıyorum etkinliğine ait görsel	35
9.	Mühendislik tasarım süreci ile tanışma.....	37
10.	Sınıf oturma düzeni.....	37
11.	Problemin/ihtiyacın belirlenmesi adımına yönelik hazırlanan etkinlik örneğı.....	39
12.	Örnek karar tablosu	40
13.	Betimsel ve içerik analizinin aşamaları.....	44
14.	Problemin/ihtiyacın belirlenmesine yönelik yapılan 1. etkinlik.....	49
15.	Problemin/ihtiyacın belirlenmesine yönelik yapılan 2. Etkinlik	50
16.	Berk ve Ece'nin grubunun problemin belirlenmesine yönelik hazırlanan 2. etkinliğe vermiş oldukları cevaplar	51
17.	Berk ve Ece'nin grubunun belirlemiş olduğu problem durumu	52
18.	Probleme yönelik ihtiyacın araştırılmasına yönelik yapılan 2. etkinlik.....	54
19.	Berk ve Ece'nin grubunun araştırma sonuçları ve belirlemiş oldukları kriterler	55
20.	Olası çözümlerin araştırılması ve geliştirilmesine yönelik yapılan 1. etkinlik.....	57

<u>Şekil No</u>	<u>Şekil Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
21.	Berk ve Ece'nin grubunun belirlemiş olduğu çözüm önerileri ve araç-gereçler.....	58
22.	Berk ve Ece'nin grubunun problemin çözümüne yönelik yapmış oldukları ön tasarım çizimleri.....	59
23.	Berk ve Ece'nin grubunun oluşturdukları karar tablosu ve belirlediği çözüm önerisi.....	61
24.	Berk ve Ece'nin grubunun tasarım çizimi	63
25.	Berk ve Ece'nin grubunun problemlerinin çözümü için hazırladıkları tasarım	64
26.	Berk ve Ece'nin grubunun deneme sonuçlarına ait görsel.....	65
27.	Berk ve Ece'nin grubunun hazırlamış oldukları poster sunumuna ait görsel	66
28.	Ali ve Azra'nın grubunun problemin belirlenmesine yönelik hazırlanan 2. etkinliğe vermiş oldukları cevaplar	67
29.	Ali ve Azra'nın grubunun belirlemiş olduğu problem durumu	68
30.	Ali ve Azra'nın grubunun araştırma sonuçları ve belirlemiş oldukları kriterler	70
31.	Ali ve Azra'nın grubunun belirlemiş olduğu çözüm önerileri ve araç-gereçler.....	72
32.	Ali ve Azra'nın grubunun grubunun problemin çözümüne yönelik yapmış oldukları ön tasarım çizimleri	73
33.	Ali ve Azra'nın grubunun oluşturdukları karar tablosu ve belirlediği çözüm önerisi.....	74
34.	Ali ve Azra'nın grubunun tasarım çizimi	76
35.	Ali ve Azra'nın grubunun problemlerinin çözümü için hazırladıkları tasarım	77
36.	Ali ve Azra'nın grubunun deneme sonuçlarına ait görsel.....	78
37.	Ali ve Azra'nın grubunun hazırlamış oldukları poster sunumuna ait görsel	79
38.	Aylin ve Ayça'nın problemin belirlenmesine yönelik hazırlanan 2. etkinliğe vermiş oldukları cevaplar	80
39.	Aylin ve Ayça'nın grubunun belirlemiş olduğu problem durumu.....	81
40.	Aylin ve Ayça'nın grubunun araştırma sonuçları ve belirlemiş oldukları kriterler	83

<u>Şekil No</u>	<u>Şekil Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
41.	Aylin ve Ayça'nın grubunun belirlemiş olduğu çözüm önerileri ve araç- gereçler.....	85
42.	Aylin ve Ayça'nın grubunun problemin çözümüne yönelik yapmış oldukları ön tasarım çizimleri.....	86
43.	Aylin ve Ayça'nın grubunun oluşturdukları karar tablosu ve belirledikleri çözüm önerisi	87
44.	Aylin ve Ayça'nın grubunun tasarım çizimi	89
45.	Aylin ve Ayça'nın grubunun problemlerinin çözümü için hazırladıkları tasarım	90
46.	Aylin ve Ayça'nın grubunun deneme sonuçlarına ait görsel	91
47.	Aylin ve Ayça'nın grubunun hazırlamış oldukları poster sunumuna ait görsel.....	92

KISALTMALAR LİSTESİ

MEB	: Milli Eğitim Bakanlığı
TÜSİAD	: Türk Sanayicileri ve İş Adamları Derneği
NRC	: National Research Council (Ulusal Araştırma Konseyi)
NAE	: National Academy of Engineering (Amerika Birleşik Devletleri'nde Ulusal Mühendislik Akademisi)
TIMSS	: Thirds/Trends in International Mathematics and Science Study (Uluslararası Matematik ve Fen Araştırmasında Eğilimler)
PISA	: Program for International Student Assessment (Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı)
STEM	: Science, Technology, Engineering and Mathematic (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik)
FeTeMM	: Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik
NGSS	: Next Generation Science Standards (Amerika Birleşik Devletleri'nde Yeni Nesil Fen Eğitimi Standartları)
OECD	: The Organisation for Economic Co-operation and Development (Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü)
NASA	: National Aeronautics and Space Administration (Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi)
SPSS	: Statistical Package for Social Sciences (Sosyal Bilimler İçin İstatistik Programı)
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
MDOE	: Massachusetts Department of Education (Massachusetts Eğitim Departmanı)
SÖG	: Serbest Öğrenci Günlükleri
ICT	: Information and Communication Technology (Bilgi ve İletişim Teknolojileri)
P21	: Partnership for 21st Century Skills (21. Yüzyıl Becerileri Ortaklığı)

1. GİRİŞ

Bilimsel ve teknolojik gelişmelerin hızlandığı günümüz dünyasında ülkeler, bu değişim ve gelişimleri takip ettiği ve uyum sağladığı sürece var olmaktadır. Bu noktada gerekli olan nitelikli insan ihtiyacı, toplumları yönlendirmiş ve bireylerin nitelikli olarak yetişmesi için politikalar üretmeye itmiştir. 21. yüzyılın, nitelikli insandan beklediği beceriler; yaratıcı, etkili karar verebilen, analitik düşünebilen, günlük yaşamda karşılaştığı problemleri eleştirel bir bakış açısıyla çözebilen, sorgulayan ve araştıran bireyler olmaktadır. Bu ilerleyişin yalnızca gözlemcisi olmak yerine bilim ve teknoloji dünyasında yer edinebilmek için en etkili disiplinler fen, teknoloji, mühendislik ve matematiktir (National Research Council [NRC], 2012). Söz konusu alanlarda toplumun okuryazarlığının geliştirilmesi, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin öneminin anlaşılması noktasında büyük önem arz etmektedir (Roehrig, Wang, Moore ve Park, 2012).

Günümüz dünyasında fen, teknoloji, mühendislik ve matematikteki olağanüstü gelişmeler, insanlığın hem bugün hem de gelecekteki sorunlarını çözmek için anahtar bir role sahiptir (Brophy, Klein, Portsmouth ve Rogers, 2008; NRC, 2012; Next Generations Science Standards [NGSS], 2013). Eğitimin, bu noktada nitelikli insan yetiştirmede en önemli alan olduğu düşünülmektedir. Nitekim bu değişim ve yeniliklere uyum noktasında gerekli olan nitelikli insan yetişmesinde odak noktasının eğitim olduğunun farkında olan ülkeler, bu doğrultuda eğitim sistemlerini yenilemekte, özellikle fen eğitimine büyük önem vermektedirler. Pek çok ülke eğitim programlarını bu yönde revize etmekte ve 21.yüzyılın gereksinimlerine uygun bireyler yetiştirmek amacıyla bütüncül bir yaklaşım benimseyen eğitim programları oluşturmaktadırlar (Dugger, 2010). Son yıllarda yapılan eğitim sistemindeki değişimlerin bu noktada Fen (Science), Teknoloji (Technology), Mühendislik (Engineering) ve Matematik (Mathematics) disiplinlerinin entegrasyonunu (STEM-FeTeMM (Kısaltma; Çorlu, Adıgüzel, Ayar, Çorlu ve Özel, (2012) tarafından önerilmiştir) temel alan bir çerçevede şekillenmesi, söz konusu alanlara verilen önemin bir ifadesi olarak karşımıza çıkmaktadır. (National Academy of Engineering [NAE], 2010; NAE ve NRC, 2009).

Çeşitli reformlar sonucunda Amerika Birleşik Devletleri'nin başlatmış olduğu STEM anlayışı, ülkemizde de yapılan araştırmalara hızla dahil olmaya başlayan bir alan olmuştur (Altan, Yamak ve Kırıkkaya, 2016; Aydın, Saka ve Guzey, 2017; Bahar, Yener, Yılmaz, Emen ve Gürer, 2018; Bozkurt, 2014; Çorlu, Capraro ve Capraro, 2014; Gökbayrak ve Karışan, 2017; Pekbay, 2017; Yasak, 2017). STEM eğitimi son zamanlarda eğitimde yapılan en büyük reformlar arasında kabul edilmekle birlikte, öğrencileri söz konusu

disiplinlerde bütüncül olarak eğitmeyi amaçlayan çok disiplinli bir yaklaşım olarak karşımıza çıkmaktadır (Berlin ve Lee, 2005; Cavanagh ve Trotter, 2008; Daugherty, 2013; Kuenzi, 2008). STEM eğitim yaklaşımında disiplinler gerçek yaşam durumlarıyla birlikte olacak şekilde ve aynı zamanda kullanılacak biçimde bir öğretim gerçekleştirilmektedir (Hom, 2014). STEM eğitim yaklaşımı, öğrencilere yaratıcı bir anlayışla problem çözme yöntemlerini benimseten bütünlük bir yaklaşımdır (Roberts, 2012). STEM eğitim yaklaşımı disiplinlerin birbiri ile bütünlüğünü temel alan bir yaklaşımdır (Ercan, 2014). Fen dersi temelinde gerçekleştirilecek mühendislik, matematik ve teknoloji entegrasyonu bu yaklaşım kapsamında görülebilir (Dugger, 2010). Bybee (2000) bu anlayış çerçevesinde K-12 düzeyindeki öğretim programlarındaki fen ve matematik derslerine mühendislik ve teknoloji disiplinlerinin bütünlüğünü en uygun çözüm olarak belirtmiştir. Söz konusu anlayış ABD'de bazı eyaletlerin 2013 senesinde fen eğitimi alanında yayınladıkları NGSS (Next Generation Science Standards) ve NRC (2012) tarafından sunulan "K-12 için Fen Eğitimi Çerçevesi: Uygulamalar, Kesişen Kavramlar ve Temel Konular" isimli belgede karşımıza çıkmıştır. Fen eğitiminin söz konusu belgeler ışığında mühendislik ve teknoloji disiplinlerinin entegrasyonunun sağlandığı bir eğitim anlayışı çerçevesinde gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır (Pratt, 2012). STEM eğitim yaklaşımında söz konusu disiplinlerin entegrasyonu mühendislik tasarım problemleri çerçevesinde oluşturulmaktadır (Daugherty, 2012; Roth, 2001; Strong, 2013; Wendell, 2008). Mühendislik tasarım süreci fen, matematik ve temel mühendislik bilgi ve becerilerini bir arada kullanımını zorunlu kıldığından STEM disiplinlerinin entegrasyonunu olağan bir biçimde oluşturmaktadır (Cantrell, Pekcan, İtani ve Velasquez-Bryant, 2006; Householder ve Hailey, 2012; NAE ve NRC, 2009). Mühendislik tasarım süreci çerçevesinde yapılan fen eğitimi, gerçek yaşam durumlarıyla alakalı olmasının yanı sıra, öğrencilerin var olan bir soruna yönelik çözümün tek olmadığını algılamalarını sağlar. Aynı zamanda bu süreç, öğrencilerin sorgulama ve bilimsel süreç becerilerini de süreç içine dahil etmelerini sağlar (Ercan ve Bozkurt, 2013; Marulcu, 2010; NAE ve NRC, 2009; NRC, 2012; Schnittka ve Bell, 2011; Wendell, 2008). Tasarım yolu ile mühendislik becerilerini geliştiren öğrenciler, bu şekilde fen ve teknoloji ile ilgili kavramları da süreçte kavramış olurlar (NRC, 2011; Cantrell vd., 2006). Bunların yanında mühendislik tasarım temelinde gerçekleştirilen fen eğitimi, öğrencilerin karar verme becerilerinin gelişimi açısından da oldukça önemlidir (Denson, 2011).

Günümüzde STEM eğitiminin çok fazla önem kazanmasının altında toplumların var olmasını sağlayan ekonomik sebepler yatmaktadır. Ekonomik gelişmeye yardımcı en önemli iki alan mühendislik ve teknolojidir (Roberts, 2012). Uzman bireylerin STEM

disiplinlerine bağılı olarak yetiştirilmesi, ülkelerin bilimsel ve ekonomik alanlarda üstünlük oluşturmalarına ve bunun devamlılığını sağlamaktadır (Raines, 2012).

Özellikle son yıllarda birçok ülkede düzenlenen programlar, STEM eğitimini temel olarak oluşturulmaktadır. Ülkemizde de STEM eğitiminin önemi 2023 Vizyonu ile Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) stratejik belgelerinde belirtilen unsurlarla örtüşmekte ve STEM eğitim yaklaşımının ülkemizde de yer almasının önemini gözler önüne sermektedir (Çorlu vd., 2012). STEM ile ilgili çalışmaların sayısının ülkemizde de artması söz konusu gelişmelerin bir sonucu olarak karşımıza çıkmaktadır.

STEM eğitiminin ülkemizdeki yansımaları 2017 yılında yayınlanan taslak Fen Bilimleri öğretim programında “beceri” öğrenme alanı kapsamındaki bilimsel süreç becerileri ve yaşam becerilerine mühendislik tasarım becerilerinin eklenmesiyle yerini bulmuştur. 4. sınıftan başlayarak “Fen ve Mühendislik Uygulamaları” konu alanı, Uygulamalı Bilim ünitesi adı altında öğretim programına dahil edilmiştir. 2017-2018 eğitim-öğretim yılında ilk kez 5. sınıflarda uygulanmış olan Fen ve Mühendislik uygulamaları konu alanı, öğrencilerin fen ve mühendislik uygulamalarını deneyimlemeleri açısından büyük bir önem teşkil etmektedir (MEB, 2017). 2017 öğretim programında 4. sınıftan itibaren son ünite olarak “Uygulamalı Bilim” ünitesi adı altında verilen kazanımlar, 2018 öğretim programında Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları konu alanı şeklinde ünitelerin tamamını kapsayacak bir biçimde ifade edilmiştir. Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları bölümündeki yönlendirmelerle öğrencilerden yıl içerisinde yayılacak şekilde uygulamalar yapmaları ve sene sonu yapılacak olan bilim şenliklerinde ürünlerini sunmaları beklenmektedir. Bu noktada mühendislik tasarım sürecinin doğru bir şekilde anlaşılması ve uygulanması noktasında, hazırlanacak etkinliklerin, öğrenci ve öğretmenlerin karşı karşıya kaldığı bu yeni süreci anlamlandırması bakımından oldukça önem arz etmektedir.

2017-2018 eğitim-öğretim yılında ilk kez 5. sınıflar Fen Bilimleri dersinde uygulanmış olan ve ayrı bir ünite olarak karşımıza çıkan Uygulamalı Bilim ünitesinde öğrencilere kazandırılması hedeflenen kazanımlara baktığımızda;

- Günlük hayattan bir problemi tanımlar,
- Problem için muhtemel çözümler üretir ve bunları karşılaştırarak kriterler kapsamında uygun olanı seçer,
- Ürünü tasarlar ve sunar (MEB, 2017, s. 30),

şeklinde belirlenen kazanımların hem öğrencilere kazandırılması hem de öğrencilerin programda belirtilen mühendislik ve fen arasındaki ilişkiyi anlamlandırabilmelerine, disiplinler arasındaki etkileşimi anlamalarına ve derste öğrendikleri temel bilgileri yaşamın bir parçası haline getirerek, bir dünya görüşü geliştirmelerini sağlamak amacıyla,

öğrencilerin ve programı uygulayıcı konumundaki öğretmenlerin, mühendislik tasarım sürecini doğru bir şekilde anlamalarının ve etkili bir şekilde uygulamalarının önemi oldukça büyüktür. Ancak uygulama noktasında mühendislik tasarım sürecinin nasıl uygulanacağına yönelik açıklamalar programda sınırlı kalmaktadır. Ayrıca bu alanda yapılan çalışmalar incelendiğinde mühendislik tasarım sürecinin ayrıntılı olarak her bir basamağının kavratılmasına yönelik literatürde bir çalışma karşımıza çıkmamaktadır. Bu noktada uygulayıcı konumunda olan öğretmenlerin yeni karşılaştığı bu öğrenme alanının öğrencilere kavratılması ve anlamlandırılması noktasında bir problem olarak görülmektedir.

Bu açıklamalar doğrultusunda gerçekleştirilen bu araştırmanın problem cümlesi " Fen Bilimleri dersi uygulamalı bilim ünitesi kapsamında geliştirilen etkinliklerin öğrencilerin STEM tutumlarına ve mühendislik tasarım sürecini uygulama becerilerine olan etkisi nasıldır?" olarak belirlenmiştir.

1. 1. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı, ortaokul beşinci sınıf Fen Bilimleri dersi Uygulamalı Bilim ünitesi kapsamında ve STEM eğitimi temelinde "Mühendislik Tasarım Süreci Dokümanı" hazırlamak, hazırlanan etkinlikleri uygulamak ve etkinliklerin öğrencilerin STEM tutumlarına ve mühendislik tasarım sürecini uygulama becerilerine olan etkisini incelemektir. Bu amaç doğrultusunda ortaokul 5. sınıf öğrencilerine STEM tutum ölçeği, öğrenci mülakatları, serbest öğrenci günlükleri, mühendislik tasarım süreci dokümanı uygulanmış ve uygulamalarla birlikte yapılan gözlemlere bağlı olarak oluşturulan gözlem notları ışığında belirtilen araştırma problemine cevap aranmıştır.

1. 2. Araştırmanın Gerekçesi ve Önemi

Günümüzde farklı alanlarda hızlı gelişmeler yaşanmakla birlikte özellikle fen, teknoloji, mühendislik ve matematikteki gelişimler yaşamda önemli bir yer tutmakta ve problemlerin çözümü için önemli bir yer işgal etmektedir (Brophy vd., 2008; Moore vd., 2014; NGSS, 2013; NRC, 2012). Karşılaşılan problemlere çok yönlü bakabilmek, disiplinler arası entegrasyonu gerekli kılmaktadır. Öğrencileri STEM alanlarına ilişkin bütüncül bir anlayışla eğitmeyi amaçlayan bir yaklaşım olan STEM eğitimi, günlük yaşamda karşılaşılan problemlerin çözümünde bu disiplinlerin bir arada kullanılmasını gerektirir (Berlin ve Lee, 2005; Kuenzi, 2008). Bu noktada çağımızın gerekliliklerini yerine getirebilmek adına gerekli ve doğru olan disiplinleri öğretim programlarına entegre

edilmesi gerekmektedir. STEM entegrasyonunun doğası, disiplinler arasındaki sınırları ortadan kaldırdığından öğretimin doğasına uyumlu olduğu söylenebilir (Wang, 2012).

Öğretim programlarının revize edilip, STEM disiplinlerine eğitimde yer verilmesi; STEM eğitim yaklaşımının önemini gittikçe arttırmaktadır. STEM disiplinlerini birbirine bağlayan bu eğitim yaklaşımı ile farklı farklı etkinlikler ve uygulamalar yapılabilmektedir. Okul müfredatlarında STEM disiplinlerine yer verilmesi öğrencilerin bu uygulamalar ile iç içe olacakları merkezler oluşturulması bu amaçla gerçekleştirilen uygulamalar arasında yer almaktadır (Ercan, 2014). Değişik ülkelerdeki okulların öğretim programlarına STEM eğitimi ile birlikte mühendislik uygulamaları eklenmiştir (Yıldırım ve Altun, 2015).

Ülkemizde de okulların öğretim programlarında değişiklik yapan MEB (2017), bu bağlamda fen bilimleri öğretim programına mühendislik ve tasarım becerilerini de ekleyerek öğretim programını güncellemiştir. 2017 yılında Fen Bilimleri öğretim programına dahil edilen Fen ve Mühendislik uygulamaları konu alanı, ülkemizde STEM eğitiminin bir yansıması olarak karşımıza çıkmakta ve konunun önemini gözler önüne sermektedir. 2017-2018 eğitim-öğretim yılında ilk kez 5. sınıflarda uygulanmış olan Fen ve Mühendislik uygulamaları konu alanı, 2018 yılında Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları olarak karşımıza çıkmaktadır. Bahar ve diğerleri (2018), 2018 Fen Bilimleri öğretim programındaki STEM'e ilişkin oluşturulduğu düşünülen kazanım ve süreleri belirlemeye çalıştıkları araştırmalarında, var olan ders kitaplarının bu bağlamda ele alınabilecek kazanımları ne şekilde yansıtacaklarının önemine dikkat çekmişlerdir.

Türkiye'de STEM eğitiminin doğru ve etkin olarak uygulanması, Fen Bilimleri Öğretim Programı'na Fen ve Mühendislik alanlarının dahil olmasıyla birlikte, hem öğrenci hem de öğretmenlerin ilk kez karşı karşıya kaldığı bu alanın mühendislik tasarım sürecinin doğru uygulanabilirliği açısından önemi bu çalışma ile ortaya konulacaktır. Yıldırım (2017), fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM entegrasyonu hakkındaki görüşlerini ortaya koyduğu araştırmasında, fen bilgisi öğretmen adaylarının disiplinler arası yaklaşıma uygun fen öğretimi tasarlama ve uygulama noktasında bilgi ve deneyime ihtiyaç duyduklarını belirlemiştir. Marulcu ve Sungur (2012) tarafından yapılan çalışmadan elde edilen bulgular ise öğretmen adaylarının mühendislik tasarım sürecini bir öğretim yöntemi şeklinde derslerinde kullanabilmeleri için öncelikle bu süreci çok iyi biliyor olmaları gerektiğini göstermektedir. Söz konusu çerçevede 5. sınıf fen bilimleri dersinde gerçekleştirilecek olan bu çalışmada, hazırlanan mühendislik tasarım süreci dokümanı ile her bir tasarım basamağının kavratılması için hazırlanan etkinliklerin, fen ve mühendislik konu alanının anlaşılması ve uygulanması noktasında öğretmenlere katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

1. 3. Araştırmanın Sınırlılıkları

2017-2018 eğitim-öğretim yılında gerçekleştirilen bu araştırmada 5.sınıf Fen Bilimleri Öğretim Programı'nda yer alan Uygulamalı Bilim ünitesine yönelik hazırlanan ve uygulanan mühendislik tasarım süreci dokümanı, STEM entegrasyonu açısından değerlendirilmiştir. Bu doğrultuda araştırma sonucunda elde edilen bulgular;

1. 2017-2018 eğitim-öğretim yılının ikinci dönemi ile,
2. Fen Bilimleri dersi 5. sınıf Uygulamalı Bilim ünitesi ile,
3. Çalışmada nicel veriler için uygulamanın gerçekleştirildiği sınıfta öğrenimine devam eden 12 öğrenci, nitel verileri için ise 6 öğrenciden oluşan nitel çalışma grubu ile,
4. Uygulamanın gerçekleştirileceği 8 haftalık süre ile sınırlıdır.

1. 4. Araştırmanın Varsayımları

Gerçekleştirilen bu araştırmada;

1. Araştırmaya katılan öğrencilerin öğrenmeye karşı ilgilerinin eşit olduğu,
2. Araştırmacının çalışma süresince ön yargılarından bağımsız olarak hareket ettiği,
3. Öğrencilerin ölçme araçlarına cevap verirken gerçek düşüncelerini yansıttıkları varsayılmaktadır.

1. 5. Tanımlar

STEM Eğitimi: Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerine ait bilgi ve yeteneklere sahip olan ve karşılaştıkları problemleri en kolay yoldan çözebilen öğrenciler yetiştirmeyi hedef alan, ayrıca bu disiplinler arasında işbirliği yapılabilmesine olanak tanıyan bir yaklaşım olup, öğrencilerin süreç sonunda ortaya bir ürün ve ya tasarım koyabilmelerini sağlamaktadır. (Bybee, 2010).

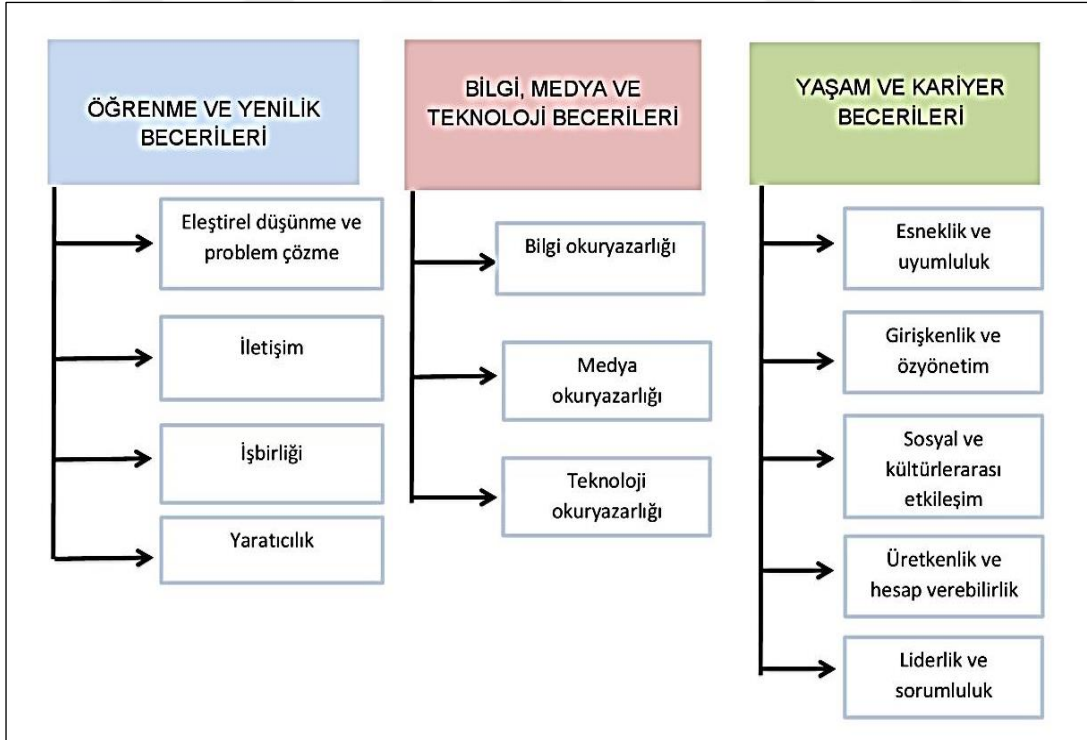
Mühendislik tasarım süreci: Fen eğitiminde matematik, teknoloji ve mühendislik disiplinlerinde bütünleşme meydana getiren ve STEM eğitim yaklaşımında anlamlı öğrenmenin gerçekleşmesine olanak tanıyacak şekilde gerçek yaşam bağlamı sağlayan pedagojik bir araçtır (Felix, Bandstra ve Strosnider, 2010).

2. LİTERATÜR TARAMASI

2. 1. Araştırmanın Kuramsal Çerçevesi

2. 1. 1. 21. Yüzyıl Becerileri ve STEM Eğitimi

Yeni teknolojilerin toplumları şekillendirmesi tarihi süreçte karşımıza çıksa da, bugün yaşanan kadar hızlı bir değişim hiçbir dönemde olmamış, ekonomik ve sosyal alanlardaki değişimler bu denli yaşanmamıştır (NAE ve NRC, 2002). 21. yüzyılda gelişen ve değişen dünya koşullarına uyum sağlayabilme ihtiyacı yenilikçi iş gücüne olan talebi arttırmıştır (Çorlu, 2013). 21. yüzyıl bireyinin tüm bu değişen dünya koşullarına uyum sağlayabilmesi için yaratıcı ve eleştirel düşünmesi, işbirliği yapabilmesi, problemlere çözüm önerisi getirebilmesi, bilgiye ulaşmada bilimsel yöntemi kullanabilmesi, esnek ve yeni fikirlere açık, üretken bir yapıya sahip olabilmesi gerektiği ifade edilmektedir (Uluyol ve Eryılmaz, 2015). Bahsedilen yeterlilikler 21. yüzyıl becerileri şeklinde adlandırılmış ve P21 (partnership for 21st century learning) tarafından Şekil 1'de görüldüğü gibi tanımlanmıştır (P21, 2008).



Şekil 1. 21. yüzyıl becerileri

21. yüzyıl becerilerinin ayrıca, bilişsel beceriler, kişilerarası beceriler ve içsel beceriler şeklinde sınıflandırıldığı da görülmektedir (Binkley, Erstad, Herman, Raizen ve Ripley, 2010; Kyllonen, 2012; Soland, Hamilton ve Stecher 2013). Literatürde bunların dışında da 21. yüzyıl becerileri sınıflandırmaları mevcuttur. OECD (2005) heterojen gruplarla etkileşim, iyi ilişkiler kurma, işbirliği ile takım halinde çalışma ve karmaşık olayları yönetme ve çözme olarak sınıflandırmıştır. Bu noktada bireylerin eğitiminde 21. yüzyıla uygun eğitim yaklaşımlarının kullanılması gerekmektedir.

Eğitim alanında yapılan reform çalışmalarının temelinde öğretim programlarının STEM eğitimi temelinde oluşturulması günümüzde var olan durumun doğal bir çıktısıdır (NAE ve NRC, 2009; NAE, 2010; Williams, 2011; Asghar, Ellington, Rice, Johnson ve Prime, 2012). STEM eğitim yaklaşımı, fen eğitimi ile ilgili olarak gerçekleştirilen reform çalışmalarının merkezinde bulunmaktadır. STEM kelimesi; Science, Technology, Engineering ve Mathematics kelimelerinin başharflerinden oluşmaktadır. ABD’de 1990 yılında Ulusal Bilim Vakfı tarafından STEM kelimesi ortaya atılmıştır (Sanders, 2009). Günümüzde STEM eğitiminin büyük ölçüde önem arz etmesinin temelinde yaşadığımız yüzyılın bireylerden beklediği beceriler olduğu görülmektedir. Sorunlara bütüncül bir anlayışla yaklaşan STEM eğitimi aynı zamanda 21. yüzyıl becerilerinin bireylere kazandırılmasını sağlayan bir yaklaşımdır (Bybee, 2010).

STEM eğitimi, okul öncesinden başlayarak yükseköğretime kadar bütün eğitim süreçlerini içerisinde alan disiplinler arası bir eğitim yaklaşımı olarak kabul edilmiştir (Gonzalez ve Kuenzi, 2012). Aynı zamanda STEM eğitimi, STEM alanlarının kesişmesiyle meydana gelen bilgi ve becerileri de içermektedir (Çorlu vd., 2014). Bireyler; etkili iletişim, sosyal beceriler, problem çözme, öz-yönetim ve sistematik düşünme gibi becerileri STEM eğitimi ile geliştirebilirler (NRC, 2010). STEM eğitimi öğrencilerin gerçek dünya sorunlarını fark ettikleri ve çözüm getirebildikleri, fırsatlar yarattıkları olanakları içeren bir eğitim sistemidir (Chute, 2009). STEM eğitimi yapılandırmacı eğitim ile öğrenci odaklı eğitimin bir devamı şeklindedir (MEB, 2016). STEM eğitimi teorik bilgilerin uygulamaya ve ürüne çevrilmesini sağlamaktadır. Ayrıca STEM eğitimleri dünyada nitelikli iş gücünün artmasını sağlamak için gerekli olan araştırma yapma, yaparak-yaşayarak öğrenme, sorgulama ve buluş yapma gibi becerilerin de geliştirilmesini sağlar. Bu durum işgücü dünyasında vasıflı işgücünün artmasına bulunacaktır (TUSIAD, 2014).

Genel olarak bakıldığında STEM eğitiminin, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini ve becerilerini bütünleştiren, işbirlikli öğrenmeyi temel alan ve öğrenci merkezli bir öğrenme yaklaşımıdır (Herschbach, 2011; Israel, Maynard ve Williamson, 2013). STEM eğitimi, ekonominin talep ettiği insan kaynağını oluşturan yeni bir yaklaşımdır (Kılıç ve Ertekin, 2017). Ülkelerin günümüz dünyasında etkin bir şekilde

var olmaları, bilim ve teknoloji alanında lider rollerde olmalarına bağlıdır. Bu noktada STEM eğitiminin gücü çok önemlidir (Lacey ve Wright, 2009).

2. 1. 2. Dünya’da STEM Eğitimi

Yeni bir eğitim yaklaşımı olarak ortaya çıkan STEM, ABD’de büyük bir eğitim reformu olarak sürdürülmektedir (Dugger, 2010). Aynı zamanda ABD’de eğitim politikası olma yolunda ilerlemektedir. Bu durum ABD Hükümeti tarafından da finanse edilerek desteklenmektedir. 2010 senesinde ABD’de yayınlanan Hazırlık ve Uyanış: Amerika’nın Geleceği için Anaokulundan Onikinci Sınıfa Kadar Eğitimde Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik [Prepare and Inspire: K-12 Education in Science Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) for America’s Future] adlı rapor, STEM alanlarında iyi yetişmiş bireylerin, milletlerin geleceğinin şekillenmesinde büyük ölçüde rol oynayacağını belirtmektedir. (President’s Council of Advisors on Science and Technology, 2010). ABD’de STEM eğitimi doğrultusunda ülke genelinde birçok okulda STEM eğitim merkezleri oluşturulmuştur (MEB, 2016). 2006 senesinde Beyaz Saray’ın başlatmış olduğu “Amerikan Rekabet Girişimi” (The American Competitiveness Initiative) ve 2009’da yayınlanan “İnovasyon için Eğitmek” (Educate to Innovate) isimli kampanya, Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi’nin (National Aeronautics and Space Administration [NASA]) STEM programları, STEM alanlarında atılan adımlara örnek gösterilebilir (TUSIAD, 2014). ABD eğitim sisteminde, öğrenci başarısını yükseltmeye yönelik çalışmaların temelinde STEM okullarının açılması ve derslere mühendisliğin dahil edilmesi gelmektedir (Akgündüz vd., 2015). ABD’de bu bağlamda gerçekleştirilen uygulamalarının temel amacı, öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerini geliştirmek ve PISA sonuçlarını yükseltmektir (Kuenzi, 2008).

STEM eğitimi kavramının ABD’de ortaya çıkıp yaygınlaşmasına karşılık olarak dünyanın birçok ülkesinde STEM eğitimi alanında çeşitli girişimlerde bulunulmuştur. Avrupa Birliği Çerçeve Programlarından 7. Çerçeve Programı’nda sosyoekonomik alanlardaki gelişimi artırabilmek adına bilim ve teknoloji alanında yeni araştırmaların sayısını çoğaltmak için STEM eğitimi ile alakalı projeler yer almaktadır. Ayrıca Avrupa’da 2014-2020 senelerini kapsayan Horizon 2020 programı başlatılmıştır (Avrupa Birliği Bakanlığı, 2017). 1997 yılından itibaren eğitim ve öğretimde yenileşmeyi hedefleyen ve 30 Avrupa ülkesinin eğitim bakanlıkları ile birlikte çalışan Avrupa Okul Ağı (European Schoolnet), eSkills For Jobs 2016, European Schoolnet Academy, I-LINC Project, ICT for Information Accessibility in Learning (ICT4IAL), Scientix, STEM Alliance gibi STEM ile ilgili birçok projeyi hayata geçirmektedir (Pekbay, 2017).

STEM eğitim anlayışı Avustralya'da da yansımaları bulmuştur. Mühendislik alanında yerli araştırmacı ve yetenekli işgücüne sahip olmadığı araştırmalar sonucunda ortaya koyulan ülkede, çeşitli reformlar gerçekleştirilmiştir. Avustralya'da farklı kurumlar STEM eğitiminin önemini vurgulamak amacı ile raporlar yayımlamışlardır. Bu raporlardan Ulusal STEM Eğitimi Stratejisi, Avustralya'nın 6 değişik eyaletinin milli eğitim bakanları tarafından 2015 senesinde onaylanmıştır. Söz konusu raporda temel amaç, liseden mezun olan tüm öğrencilerin temel STEM bilgi ve uygulama becerileriyle donanmış olarak mezun olmaları ve mezun öğrencilerin STEM bilgi ve becerilerini kullanarak sosyal, çevre, bilimsel ve mühendislik sorunlarına çözüm bulabilmek için daha zor STEM konularına ilgi duymalarını sağlamaktır. Bu amaçla, çalışmaları koordine etmek için lider öğretmenler atayan eyaletler, büyük bütçeler ayırarak 200'ün üzerinde öğretmen ve STEM eğitim uzmanı yetiştirmişlerdir (Çepni, 2017).

Birleşik Krallık STEM becerilerinin etkilerini görmek amacı ile 2004-2014 yıllarını kapsayan bir rapor yayımlamıştır. Program fen, teknoloji, mühendislik ve matematik becerilerinin geliştirilmesi amacıyla uygulanmıştır (MEB, 2016). Programın hedefleri nitelikli iş gücü için gerekli becerileri işverenlere sağlamak; Birleşik Krallık'ın küresel çapta rekabet gücünü geliştirmek ve Birleşik Krallık'ı bilimsel araştırma ve gelişmelerde dünyanın merkezi haline getirmek olarak belirlenmiştir. Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik Programı'nın öğretmen istihdamı, mesleki gelişim, geliştirme ve pekiştirme etkinlikleri ve öğretim programlarını geliştirme gibi çeşitli çalışma alanları bulunmaktadır.

STEM eğitimi alanında en geniş ulusal plana sahip olan Finlandiya, 2014 yılında yayımladıkları planda bireylerin STEM eğitimi ve kariyerlerine karşı ilgi ve becerilerini arttırmak için oluşturulacak çalışma grupları desteklenmektedir. Ayrıca eğitim alanındaki birçok kurumun oluşturduğu STEM eğitim stratejileri de vardır.

Güney Kore gelecek nesillerin yenilikçi bireyler olarak yetişmeleri adına STEM eğitimini uygulamaya geçirmiştir. Ülkenin Bilim ve Teknoloji Bakanlığı (Korea's Ministry of Education, Science, and Technology) fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerine ek sanat disiplinini de STEM'e ekleyerek STEM eğitim modelini STEAM (fen, teknoloji, mühendislik, sanat ve matematik) olarak isimlendirmiştir. STEAM; fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin bütünleşmesi şeklinde görülse de sanatı da kapsamına alacak şekilde tüm içerik alanlarında bilgi ve becerileri gerekli kılmaktadır (Meyrick, 2011). Bilim ve Teknoloji Bakanlığı STEAM eğitim politikasını teşvik etmek için, Bilim ve Yaratıcılık Gelişimi Kore Vakfı'na (Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity) ait bir eğitim departmanı üzerinden STEAM eğitimiyle ilgili araştırmaları gerçekleştirmektedir. Ülkede bu alanda mesleki gelişimin sağlanabilmesi için

ilkokul öğretmenlerine yönelik eğitimler düzenlenmektedir (Kang, Kim ve Kim, 2013; Sanders, Kwon, Park ve Lee, 2011).

Uluslararası düzeyde gerçekleştirilen PISA (Programme for International Student Assessment) ve TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) sınavlarında Singapur, önemli başarılar elde ederek dikkatleri üzerine toplamıştır. Singapur'un başarısının altında yatan faktörler arasında matematik, fen bilimleri öğretimine ve teknik becerilere gösterilen hassasiyet yatmaktadır. Her öğrencinin oluşturulan altyapısında matematik ve fen bilimlerine verilen önem, başarının önemli bir faktörüdür. Ülkede matematik, öğrencinin bilişsel ve çözümlene becerisinin gelişimi için çok önemli bir disiplin olarak görülmektedir. Matematik derslerindeki temel amaç öğrencilerin problemlere ait çözüm yolları oluşturmalarını sağlamak ve öğrencilerin derinlemesine öğrenmesine fırsat tanımaktır (Levent ve Yazıcı, 2014). Ülkede teknik eğitim veren kurumlara ilişkin toplumun önyargısını kırmak amacıyla Teknik Eğitim Enstitüsü, öğrencilerini yaparak-yaşayarak öğrenmeye teşvik etmiştir. Ayrıca bu enstitüden mezun olanların kazançlarının da yüksek olması, teknik eğitimin öğrenciler tarafından önemli bir kapı olarak görülmesine yol açmıştır. Bireylerin iş dünyasında ihtiyaç duyulan üst düzey becerilere sahip olacak şekilde yetiştirilmesi, teknik eğitiminin başarısının en önemli faktörleri arasında gelmektedir (OECD, 2012).

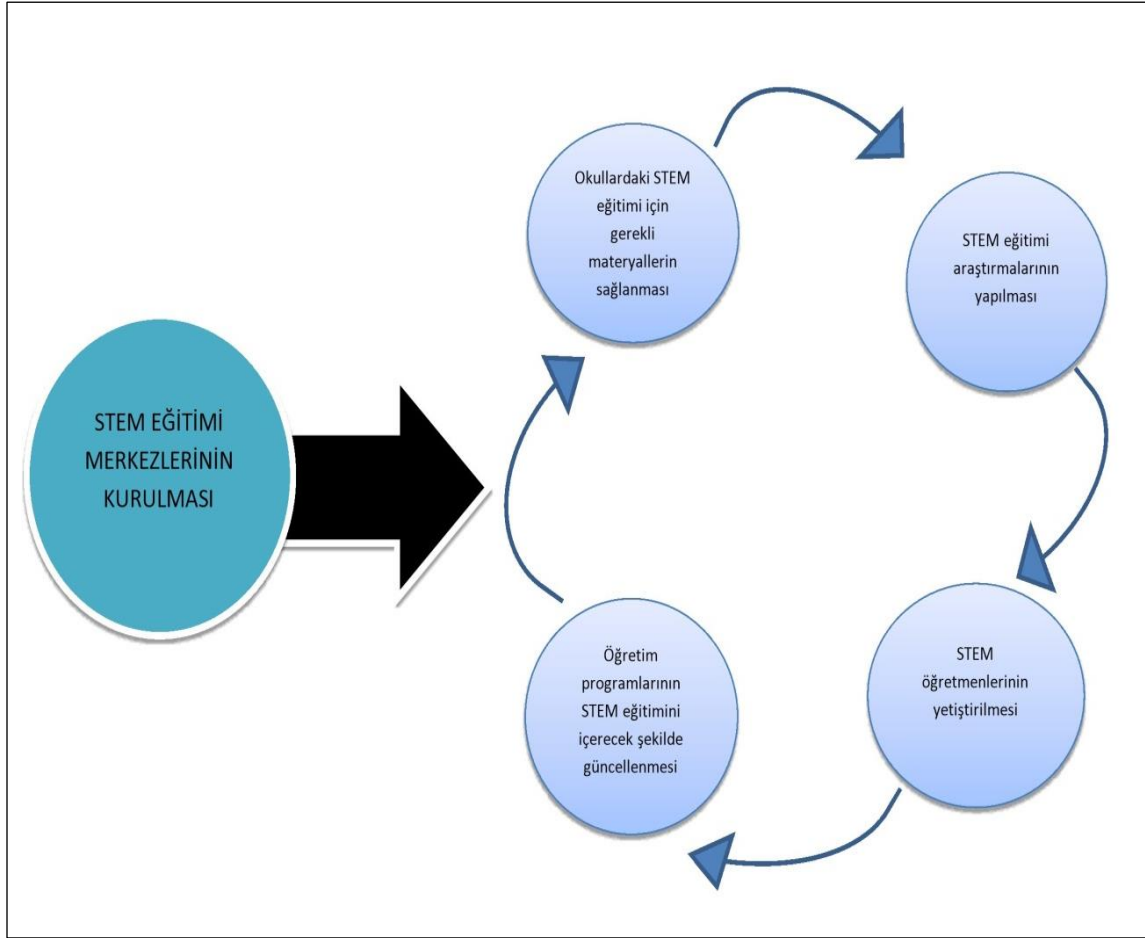
2. 1. 3. Türkiye'de STEM Eğitimi

TIMSS ve PISA gibi uluslararası kapsamda yapılan sınavlar, ülkelerin başarı profillerini ortaya koymakta ve ihtiyaç duyulan nitelikli insan profilinin anlaşılmasını sağlamaktadır. Bu sınavların ortaya koyduğu sonuçlar öğretmenlerin eğitim kalitesini, uygulanan eğitim politikalarını, öğretim yöntemlerini, müfredatları kapsamlı bir şekilde irdelenmesine olanak sağlamakta ve ayrıca yetişen nesillerin aldığı eğitimi gelişmiş ülke ölçütleriyle karşılaştırarak ortaya çıkan sonuçlardan ilerleme yollarını aramak gelecek açısından büyük bir önem teşkil etmektedir (Bakioğlu, 2013; Çelen, Çelik ve Seferoğlu, 2011). Ne yazık ki Türkiye TIMSS ve PISA sınavlarındaki başarısı düşük bir seviyededir. 2015 senesinde yapılan PISA sonuçları incelendiğinde ülkemizin durumunun matematik ve fen alanlarında pek de iyi bir noktada olmadığı aşikardır. Türkiye sınav sonuçlarına bakıldığında fende 70 ülke arasından 52'inci, matematikte ise 49'uncu olmuştur. Aynı zamanda 50 ülke arasında 21. sırada olduğu 2015 yılında yapılan TIMSS sonuçları da ülkemizin bu alanda olduğu noktayı gözler önüne sermektedir. STEM alanlarındaki bölümlerden mezun olanların toplam işgücüne oranı bakımından Brezilya ve Meksika gibi gelişmekte olan ülkelere iyi durumda olan Türkiye, ne yazık ki bu alanda yapılan eğitimin niteliği bakımından OECD ülkelerinin gerisindedir. (Çorlu vd., 2014). PISA, OECD

2015 raporuna göre Türkiye fen ve matematik alanlarında gelişme göstermiş olmasına rağmen OECD ortalamasının altında kalmıştır. Ayrıca Türkiye TIMSS 2015 raporuna göre başarı testlerinde fen ve matematik alanlarında gelişim göstermiş olsa dahi TIMSS ortalamasının altında kalmıştır (PwcTürkiye ve TÜSİAD, 2017). Türkiye'nin söz konusu sınavlarda beklenen başarıyı gösterememesi, ülkemizde STEM eğitiminin gerekliliğinin önemini yansıtmaktadır.

Çorlu vd. (2014), Türkiye'nin küresel alanda ekonomik olarak rekabet edebilmesi noktasında STEM eğitimi önemli bir yere sahip olduğunu belirtmişlerdir. Ekonomik gelişmelerin temelinde inovasyon yatmakta ve inovasyon becerisi olan bireylere STEM alanlarında ihtiyaç duyulmaktadır (PwcTürkiye ve TÜSİAD, 2017). Gelişen yeni teknolojiler tüm meslek ve sektörlerde çalışacak bireylerde aranan nitelikleri değiştireceği için, açığa çıkan bu durum işgücü dünyasında olumsuz sonuçlara yol açabilir, yeni teknolojiler yüzünden işsiz kalan insanlar ortaya çıkabilir (Schwab, 2016). Ortaya çıkabilecek olan bu sonuçlara dikkat edildiğinde bireylerin erken yaşlardan itibaren STEM eğitimi anlayışı çerçevesinde eğitilmeleri, iş dünyasında kendilerine bir yer edinebilmeleri açısından büyük önem arz etmektedir. OECD Bir Bakışta Eğitim 2017 raporu incelendiğinde Türkiye gelecekte STEM alanındaki mesleklere öncülük etme sıralamasında 34 ülke içerisinde sondadır (OECD Education at a Glance, 2017). Çorlu vd. (2014) yaptıkları araştırmada öğrencileri STEM eğitimi temelinde yetiştirmenin, gelecekteki mesleklere adapte olabilmeleri açısından önemini vurgularken, STEM eğitiminin ülke genelinde yaygınlaşması ve uygulanmasında öğretmenlerin önemli bir role sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Tüm bu yaşanan gelişmeler ışığında Türkiye'de STEM eğitiminin önemini gözler önüne seren projelerden ikisi Vizyon 2023 ve MEB'in 2014 yılı stratejik planıdır. Türkiye'de Yükseköğretim Stratejik Planı, Hayat Boyu Öğrenme Strateji Belgesi, TÜSİAD Vizyon-2050 Türkiye Raporu STEM eğitime destek veren önemli belgelerdir. (Çorlu vd., 2014). MEB, 2015-2019 Stratejik Planı'nda STEM eğitiminin ülkemizde güçlenmesi adına önemli ifadelerde bulunurken, 2016 Haziran ayında yayınladığı STEM Eğitimi Raporu'nda STEM hakkındaki eylemlerini ifade etmiştir. Söz konusu raporda STEM'in güçlendirilmesine yönelik amaçlar bulunmaktadır. TIMSS ve PISA gibi uluslararası düzeyde yapılan sınavların sonuçlarının daha iyi hale gelebilmesi için ülkemizde STEM eğitimi öncelikli olarak ele alınması önceliklidir (MEB, 2016). Aşağıda MEB'in yayınladığı STEM eğitimi raporuna göre STEM eğitimi için atılacak adımlar gösterilmiştir.



Şekil 2. STEM eğitimi için atılacak adımlar

MEB'in raporunda STEM eğitimi için atılacak olan adımlar incelendiğinde, STEM eğitiminin uygulanması, tüm paydaşların ortak akıl ile hareket etmesini gerekli kılmaktadır. STEM eğitimi alanında yapılacak araştırmalar, STEM öğretmenlerinin yetiştirilmesine katkı sunacak ve öğretim programlarının bu anlamda şekillenmesini sağlayacaktır.

Var olan öğretim programlarının STEM eğitimine uygun olarak yeniden yapılandırılması için, öğretim programlarındaki değişimler yavaş yavaş gerçekleştirilebilir. İlk olarak öğretim öğrencilerde merak uyandıracak etkinlikler programa eklenebilir. Bu şekilde öğrencilerde bu alanlara yönelik farkındalık meydana getirilebilir. Programlarda bu şekilde değişiklikler yapılırken aynı zamanda STEM eğitiminin hangi aşamada ve ne şekilde programda yer alacağına dikkat edilmelidir (MEB, 2016).

Tüm bu açıklamalar ışığında 2017 Fen Bilimleri Öğretim Programı'na beceri alanına mühendislik ve tasarım becerileri entegre edilmiş, 4. Sınıftan itibaren her sınıf seviyesine Fen ve Mühendislik uygulamaları konu alanı altında Uygulamalı Bilim ünitesi eklenmiştir. Öğretmenler 2017-2018 yılında Uygulamalı Bilim Ünitesi kapsamında fen ve mühendislik uygulamalarını gerçekleştirmişlerdir. 2018 yılında tekrar güncellenen Fen Bilimleri Öğretim

Programı'nda ise Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları kapsamında 4. sınıftan itibaren öğrencilerden günlük hayattan bir problemi tanımlamaları, belirlenen problemlerin günlük hayatta kullanılan veya karşılaşılan araç, nesne veya sistemleri geliştirmeleri istenmekte, ayrıca problemlerin malzeme, zaman ve maliyet kriterleri kapsamında ele almaları beklenmektedir (MEB, 2018).

2. 1. 4. Fen ve Mühendislik Entegrasyonu

Fen eğitiminin yeniden inşa edilmesine yönelik olarak yapılan girişimlerde özellikle yaşadığımız dönemde mühendislik disiplini önemli bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır (Daugherty, 2012). Ulusal Mühendislik Akademisi (NAE) ve Ulusal Araştırma Kurulu'nun (NRC) 2009 senesinde yayınladıkları "K-12 Eğitiminde Mühendislik: Durumun Anlaşılması ve Beklentilerin Karşılanması" isimli rapor, mühendisliğin ilkökul ve ortaokul düzeyinde konumlandırılması amacı ile geniş bir bakış sunmaktadır. Adı geçen raporda mühendislik eğitiminin, ilkökul ve ortaokul öğrencilerine, mühendisliğe yönelik farkındalık yaratma, mühendislik tasarımı becerilerini artırma ve öğrencilerin teknoloji okuryazarlığını geliştirmeye yönelik benzer katkılar sağladığı belirtilmiştir (NAE ve NRC, 2009). Bahsi geçen bu katkılar Bybee (2010) tarafından tanımlanan STEM eğitim yaklaşımına yönelik beklentilerle bire bir örtüşmektedir. Bu sebeple mühendislik eğitiminin STEM eğitimi açısından kritik öneme sahip olduğu ifade edilebilir.

Ulusal Araştırma Kurulu (NRC, 2012) tarafından hazırlanan "K-12 için Fen Eğitimi Çerçevesi: Uygulamalar, Kesişen Kavramlar ve Temel Konular" adlı rapor da mühendisliğin, resmi olarak fen eğitimine entegrasyonunu sağlaması olarak göze çarpmaktadır (Leonard ve Derry, 2011). Bu raporda fen eğitimi üç temel boyut ekseninde yapılandırılmıştır (Pratt, 2012). Bu boyutlar arasında yer alan "fen ve mühendislik uygulamaları" hem başlı başına öğrenme ürünü olarak ele alınırken hem de etkin bir öğretim stratejisi olarak değerlendirilmektedir (Leonard ve Derry, 2011).

Mevcut koşullar altında mühendislik disiplininin doğasına uygun etkinlikler ile fen, matematik ve teknoloji disiplinleri ile entegrasyonunun sağlanması K-12 mühendislik eğitimi adına en doğru yol olarak görülmektedir (NAE ve NRC, 2009). Mühendislik eğitiminin amacı, mühendisliği STEM eğitim yaklaşımına ek olarak görmek veya mühendisliği ayrı bir ders olarak görmek değil, yapılan uygulamaların tamamen iç içe olacak şekilde yapılandırılmasıdır (Brunsell, 2012). Felix ve diğerleri (2010) bu entegrasyonu sağlamak için en uygun yolun mühendislik tasarım problemlerinin çözüme kavuşturulduğu mühendislik tasarım süreci olduğunu ifade etmektedir.

2. 1. 5. Mühendislik Tasarım Temelli Fen Eğitimi ve Mühendislik Tasarım Süreci

Mühendislik meydana getirilen ürünlerin işlevini öğrenme, teknoloji ile bilimin iş birliğinde yeni ürünler üretme ve bunları toplum faydalanması adına kullanılabilir duruma getirmektir (Brophy vd., 2008). Fen, teknoloji ve matematikte öğrenmeyi destekleyen etkili uygulamalar, mühendislikte temel bir etkinlik olan tasarım yolu ile gerçekleştirilen projelerdir (Sanders ve Wells, 2010; Schaefer, Sullivan ve Yowell, 2003). Öğrencilerin deneyimlerini ile fen ve matematik alanında edindikleri bilgileri, bilimsel araştırma aracılığı ile yapılandırmalarını ve öğrenmelerini sağlayan mühendislik eğitimi, bu şekilde öğrencilerin başarılarının yükselmesinde önemli bir rol oynar. Bu nedenle STEM eğitiminde mühendislik eğitimi öğrenmeyi hızlandırıcı bir konumda yer almaktadır. Uzun bir geçmişi olan fen, matematik ve hatta teknoloji eğitiminin aksine, mühendislik eğitimi ilkokul ve ortaokullarda hala devam etmekte olan bir uygulamadır ve anaokulundan liseye kadar her sınıf düzeyinde uygulanabilir (NAE ve NRC, 2009; Kelley, 2010).

STEM öğretim modeline mühendislik alanının entegre edilmesi ile birlikte ilk olarak öğrencilerin günlük hayatta karşılaştıkları problemlere dikkat çekilmesi ve bilim insanlarının bu tarz problemlerin çözümünü nasıl yollardan geçerek bulduklarına dikkat çekilerek, temel konularla alakalı bilimsel yöntemi kullanarak araştırma yapabilecek ve mühendislik tasarım projelerini hayatta kullanılabilecek şekilde üretmeleri beklenmektedir. STEM eğitimi yaklaşımı, mühendislik tasarımı yolu ile öğrencileri farklı alanlarda iş birliğine yönelterek, iletişim kurabilen, sistematik düşünebilen, yaratıcılığını kullanabilen, etik ilkeleri göz önünde tutan ve problemlere en uygun çözümü bulabilecek, bilimsel okuyazar olan ve tasarım projelerinde başarılı olacak şekilde eğitmeyi amaçlamaktadır (Guzey, Thank, Wang, Roehrig ve Moore, 2014; Mann, Mann, Strutz, Duncan ve Yoon, 2011; Rogers ve Porstmor, 2004).

Mühendislik alanı, fen, teknoloji ve matematik alanları içine uygun etkinlikler kullanılarak entegre edilebilir (NRC, 2010). Bu entegrasyonun oluşabilmesi için ise en uygun yolun, etkinliklerin mühendislik tasarım süreci kapsamında gerçekleştirilmesidir (Felix vd., 2010). Öğrenciler mühendislik tasarım sürecinin içerisinde, karşılaştıkları problemleri ortaya koyma, problemlerle ilgili ulaştıkları çeşitli bilgileri bir araya getirme, problemlerin çözümünde yaratıcı fikirler öne sürebilme ve çözüm yollarını modelleyebilirler. Öğrenciler bu süreçte ortaya koydukları çözüm önerilerini test ederek değerlendirirler ve yeniden gözden geçirirler (American Association for the Advancement of Science (American Association for the Advancement of Science, 1993). Bu noktada mühendislik tasarım sürecinin fen derslerine entegrasyonu konusundaki alan yazın

incelendiğinde birden fazla mühendislik tasarım süreci karşımıza çıkmaktadır. İncelenen tasarım süreçlerinin özellikleri Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Çeşitli Mühendislik Tasarım Süreci Basamakları

MODELİN YAZARI	UYGULAMA BASAMAKLARI												
	Problemin ya da ihtiyacın tanımlanması/tespit edilmesi	İşbirliği düzenle	Ön tasarım yap	Probleme yönelik ihtiyacın araştırılması/belirlenmesi	Olası çözümlerin araştırılması/geliştirilmesi/beyin fırtınası/çözümler	Çözümlerin analizi/En uygun çözümün belirlenmesi/seçimi	Model /Prototipin yapılması	Çözümün/prototipin test edilmesi /deneme ve değerlendirilmesi	Karar verme	Raporlaştırma	Takım çalışması /İletişim/çözümün paylaşılması	Yeniden tasarlama	Kararın tamamlanması
Wendell et al. (2010)	X				X	X	X	X					
Mentzer (2011)	X				X	X		X	X		X		
NRC (2012)	X				X	X							
MDOE (2010)	X			X	X	X	X	X			X	X	
Brunsell (2012)	X				X	X					X		
Hynes et al.(2011)	X			X	X	X	X	X			X	X	X
NAE ve NRC (2009)	X			X	X	X	X	X			X	X	
MEB (2004)	X	X	X		X			X		X	X	X	

İncelenen tasarım döngülerine bakıldığında, tasarımın gerçekleştirilme basamaklarında ortak noktalar göze çarpmaktadır. Tasarım süreçleri aynı sayıda adımdan oluşmamasına rağmen, tüm yaklaşımların benzer bir yapı oluşturduğu açıktır. Süreçlerdeki ortak noktalar araştırmada kullanılacak mühendislik tasarım sürecinin temelini oluşturmuş olup, araştırma için oluşturulan mühendislik tasarım süreci basamaklarına ait açıklamalara aşağıda yer verilmiştir.

1. İhtiyacın ya da problemin belirlenmesi: Mühendislik tasarım süreci genellikle istek, ihtiyaç ya da bir problemle başlar. Mühendislik tasarım sürecindeki bu aşama, sınıf içi uygulamalarında öğretmen tarafından sunulan bir durum içerisinde tasarım probleminin ne olduğunu anlamak olarak düşünülebilir (Brunsell, 2012; Hynes vd., 2011). Problemin anlaşılması ile öğrencilerin belirlenen problem durumu için çözüm oluşturacak ürün ya da sisteme yönelik kriter ve sınırlıkları belirlemesi ifade edilmektedir (Hynes vd., 2011; Kolodner vd., 2003; Mentzer, 2011).
2. Probleme yönelik ihtiyacın araştırılması: Öğrenciler bu basamakta tasarımları gereken ürün ve ya sistem için neleri bildiklerini ve neleri bilmeleri gerektiğini

düşünerek araştırma yapmaya yönelmelidirler (NAE ve NRC, 2009; Wendell vd., 2010).

3. Olası çözümlerin araştırılması ve geliştirilmesi: İhtiyaca yönelik yaratıcı çözümler ortaya koyma adına bu adımda problemin olası çözümleri belirlenir. (Brunsell, 2012; Mentzer, 2011; Wendell vd., 2010). Bu aşamada öğrencilerin olabildiğince fikir üretilmesi için grup çalışması çok önemlidir (Brunsell, 2012; Hynes vd., 2011).
4. En uygun çözümün seçilmesi: Mühendislik tasarım problemlerinde mühendisliğin amacı en iyi çözümü tasarlamaktır (NRC, 2012). Ortaya koyulan problem durumunun çözümü için en uygun çözüme karar verilmesi ayrıntılı bir değerlendirme gerektirmektedir.
5. Prototipin yapımı ve test edilmesi: Prototip, geliştirilecek nihai tasarıma göre bir model ya da bir sunum olabilir (Hynes vd., 2011). Bu aşamada öğrenciler seçtikleri çözüme uygun bir model oluşturmalı ya da bir sunum planlamalarıdır (Hynes vd., 2011; NRC, 2012). Mühendisler yaptıkları prototipleri bir ayrıntıları ile birlikte görselleştirmek, tasarımı bir üst seviyeye taşımak ve tasarımın başarı durumunu test etmek için kullanırlar (NRC, 2012). Test etme ile birlikte yapılan değerlendirme, çözümün başarılı olma durumu ve varsa nelerin iyileştirileceğiyle ilgilidir (Hynes vd., 2011; NRC, 2012).
6. Çözümün paylaşılması: Tüm süreç boyunca mühendisler oluşturulan tasarım takımları içerisinde işbirliği ile çalışırlar (NRC, 2012). Bu noktada fikir paylaşımı çözüm sürecindeki aşamalarda gerçekleştirilenler için geri bildirim almanın yanı sıra, tasarımın kriterler ve sınırlıklar doğrultusunda pazarlanması için önemli görülmektedir (Hynes vd., 2011).
7. Yeniden tasarlama: Öğrenciler süreç sonuna yaptıkları iletişim sonucunda bu aşamada kriter ve sınırlıklara yönelik çözümlerinin, olabileceğinin en iyisi olması için iyileştirmeler yaparlar (Hynes vd., 2011).

Mühendislik disiplininin STEM'in bileşenleri içerisinde diğer disiplinlerden daha geride olduğunu belirten bilim insanları, tüm bileşenlerin aynı oranda ön plana çıkması adına, mühendislik disiplininin geliştirilmesinin gerekliliğini belirtmişlerdir. (Lantz, 2009; Wendell vd., 2010). Fen, mühendislik, matematik ve teknoloji disiplinleri uygulamalar yapılırken aynı oranda ön plana çıkmalıdır. STEM'i meydana getiren disiplinlere yönelik bilimsel bilgilerin, sorgulama ve mühendislik tasarım süreci ile bağ kurularak var olan sürece eklenmelidir (Capobianco ve Rupp, 2014).

2. 1. 6. İlgili Araştırmalar

Araştırmanın bu bölümünde, yapılan çalışmanın odak noktası olan STEM eğitimi ile Fen ve Mühendislik uygulamalarıyla alakalı olarak yurt içinde ve yurt dışında yapılan araştırmalara yer verilmiştir.

2. 1. 6. 1. STEM Eğitimi ile Fen ve Mühendislik Uygulamaları Alanında Yurt İçinde Yapılan Araştırmalar

Aydın ve diğerleri (2017) 4-8. sınıf öğrencilerine yönelik geliştirilen ve öğrencilerin Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematiğe karşı tutumlarının incelendiği araştırmalarında öğrencilerin STEM tutumlarının bazı verilere göre değişkenlik gösterip göstermediğini tespit etmeye çalışmışlardır. Tarama modelinde olan çalışma, 964 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucuna göre örneklem grubu öğrencilerinin STEM'e karşı olan tutumlarının "katılıyorum" yani iyi seviyede olduğu tespit edilmiştir. Öğrencilerin STEM tutumlarının okul türlerine ve cinsiyetlerine göre farklılık göstermediği, STEM tutumunda cinsiyet düzeyinde bir farklılık olmadığı sonucuna varılmıştır. Ayrıca araştırma sonuçlarına göre, öğrencilerin STEM tutumları mesleki seçimlerine bağlı olarak değişmektedir. Araştırmacılar elde edilen sonucun STEM alanında yapılacak eğitim programı ve uygulamalarındaki değişiklikler için motive edici bir sonuç olduğu kararına varmışlardır.

Gencer (2017) hazırlamış olduğu fııldak etkinliği ile fen ve mühendislik uygulamaları arasındaki farkları ortaya çıkarmayı amaçladığı araştırmasında, bilimsel sorgulama basamakları içerisine mühendislik uygulamalarını ekleyerek, mühendislik tasarım sürecinin temel ilkelerini yansıtmaya çalışmıştır. Araştırmacı Fırııldak etkinliği ile öğrencilerin fen bilimleri alanında kariyer bilinci geliştirmelerine ve fen bilimlerine ilişkin beceri,bilgi, olumlu tutum, algı ve değerleri kazanmalarına katkıda bulunabileceğini belirtmiştir.

Yılmaz ve Yücel (2017), ortaokul öğrencilerinin STEM tutumlarının öğrencilerin cinsiyet, sınıf seviyesi, kendine ait bilgisayar olup olmama durumu, günlük kullandıkları internet süreleri, anne ve baba mesleğine göre farklılaşma durumları ile ilişkilerinin incelendiği araştırmalarında, STEM eğitimi tutum ölçeğini veri toplama aracı olarak kullanmışlardır. Çalışmadan elde edilen bulgular, ortaokul öğrencilerinin herhangi bir STEM eğitimi etkinliği ile karşılaşmadıklarına karşın STEM alanına ilişkin olumlu tutum sergilediklerini göstermektedir. Araştırmacılar, ortaya koyulan bu durumun öğretim programlarının geliştirilmesine katkı sağlayacağı görüşünü ileri sürmüşlerdir.

Marulcu ve Hbek (2014) 8. sınıf öğrencilerine uygulamış oldukları mühendislik dizayn yaklaşımına uygun ve alternatif enerji kaynaklarıyla alakalı olarak etkinlik planları oluşturdukları çalışmalarında, oluşturulan etkinliklerin ğrenci başarısına etkisini incelemiştir. Yapılan çalışmada deney ve kontrol gruplarındaki ğrencilerin Fen Bilgisi akademik başarı testinden almış oldukları ntest ve sontest puanları arasındaki değişim incelenmiştir. Net sayısında meydana gelen değişimlere bakıldığında deney grubunun lehine bir fark gözlenmiş olup, açık uçlu sorulara verilen yanıtlarda da deney grubunun daha başarılı olduğu gözlemlenmiştir.

Gülhan ve Şahin (2016) yaptıkları çalışmada FeTeMM eğitiminin 5. sınıf ğrencilerinin FeTeMM alanlarına yönelik algı ve tutumlarına etkisini incelemişler, çalışma kapsamında kontrol grubunda fen bilimleri dersi mevcut uygulamaya göre işlenirken, deney grubunda ise mevcut uygulamanın yanında FeTeMM etkinlikleri uygulanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, uygulanan FeTeMM kapsamında uygulanan etkinliklerin, ğrencilerin FeteMM alanları ile ilgili algı ve tutumlarını geliştirdiği sonucuna varılmıştır. Araştırmacılar yapılan araştırmanın STEM eğitimi ile ortaokul ğrencilerinin kariyer seçimleri arasında ilişki kurulabilmesi için bir örnek olarak kullanılabileceği sonucuna varmışlardır.

Damar, Durmaz ve nder (2017) STEM uygulamalarının öğrencilerin tutumlarına etkisini ve ğrencilerin STEM uygulamaları hakkındaki görüşlerini belirlemeye yönelik yaptıkları çalışmalarında elde edilen veriler STEM tutum ölçeği ve yarı yapılandırılmış görüşme formu ile toplanmıştır. Yapılan araştırma sonucunda elde edilen sonuçlar Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik uygulamalarının öğrencilerin tutumunu arttırdığını, öğrencilerin etkinlikleri ilgi çekici buldukları proje ürettiklerinden dolayı kendilerini çok popüler gördüklerini göstermiştir. Bunun yanında öğrenciler yaptıkları robotik atölye etkinlikleri ile ilgili olarak, bu sayede teknolojik araçların nasıl çalıştığını anladıklarını, bu konu hakkında bilgi seviyelerinin arttığını ve kodlamanın yaşamlarında fark yarattığını ifade etmişlerdir.

Yıldırım ve Altun (2015) yaptıkları çalışmada STEM'in mevcut derslere entegrasyonu konusu üzerinde durmuşlardır. Fen bilgisi laboratuvar derslerinde yapılan çalışmalarda, deney grubunda Mühendislik uygulamalarına göre ders işlenirken; kontrol grubunda ise normal ders akışında dersler sürdürülmüştür. Araştırma sonuçlarına bakıldığında STEM eğitimi ve mühendislik uygulamalarının öğrencilerin başarıları üzerinde olumlu etki yaptığı sonucuna ulaşılmıştır.

Ercan (2014), yapmış olduğu çalışmasında tasarım temelli fen eğitiminin, 7. sınıf ğrencilerinin Kuvvet ve Hareket ünitesine yönelik olarak karar verme becerilerine, akademik başarılarına, mühendisliğe yönelik görüş ve yeterliklerine etkisini araştırmıştır.

Uygulamada üç tasarım temelli fen eğitimi modülündeki etkinlikler uygulanmıştır. Toplamda yedi hafta süren çalışma sonucundan elde edilen bulgular, uygulanan tasarım temelli fen eğitimi etkinliklerinin öğrencilerin karar verme becerilerini, akademik başarılarını ve mühendislikle ilgili bilgi düzeylerini olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Ayrıca yapılan uygulamalar sonrasında, mühendisliği erkeklerle bağdaştıran bazı öğrencilerin bu noktada görüşlerinin değiştiği de görülmüştür.

Mühendislik tasarım temelli fen eğitimi ile ilgili öğretmen görüşlerini inceleyen Altan ve diğerleri (2016), araştırma sonuçlarında öğretmenlerin mühendislik tasarımı temelli fen eğitimine yönelik genellikle olumlu görüş sundukları ve sınıflarında fen öğretirken bu alandaki etkinliklerini uygulamak istedikleri sonucuna varmışlardır. Araştırmacılar elde edilen bulgular doğrultusunda öğretmenlerin mühendislik tasarım temelli fen eğitimi kapsamında hizmet öncesi ve hizmet içi eğitim almalarının önemini ortaya koymuşlardır.

Yıldırım (2017), STEM entegrasyonuna yönelik olarak yaptığı çalışmada yarı yapılandırılmış görüşmelerle birlikte fen bilgisi öğretmen adaylarının bu alandaki görüşleri belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre öğretmen adaylarının STEM temelli fen uygulamaları ile ilgili olumlu düşüncelere sahip oldukları, bununla beraber STEM anlayışına uygun bir şekilde fen öğretimini yapılandırma noktasında bilgi ve deneyimlere ihtiyaç duydukları belirlenmiştir.

Bozkurt'un (2014) fen bilgisi öğretmen adayları ile yaptığı çalışmada, mühendislik tasarım temelli fen eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının mühendislik tasarım sürecine yönelik algılarına ve bilimsel süreç becerilerine etkileri incelenmiştir. Yapılan araştırmanın bulgularından çıkarılan sonuçlar, fen bilgisi öğretmen adaylarının karar verme becerilerinin ve bilimsel süreç becerilerinin uygulanan mühendislik tasarım temelli fen eğitimi ile birlikte geliştiği yönünde olmuştur. Fen bilgisi öğretmen adaylarının ilkökul ve ortaokul fen bilimleri dersinde mühendislik tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarının yapılabileceğini düşündükleri ve bu konudaki algılarının olumlu yönde gelişim gösterdiği sonucuna varılmıştır.

Öğrencilerin fen dersindeki akademik başarılarına ve tutumlarına Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) uygulamalarının etkisini inceleyen Yasak (2017), 8. sınıfta öğrenim gören 46 öğrenciyi örneklem grubu olarak belirlemiştir. Araştırmacı uygulamasında basınç konusunu seçmiş ve bu alanda FETEMM uygulamaları yapmıştır. Araştırma sonuçlarına göre öğrencilerin fen bilimleri dersine karşı olan tutumlarının olumlu yönde değiştiği sonucuna varmıştır. Ayrıca öğrenciler fen, matematik, mühendislik ve teknoloji temelli işlenen fen derslerinin daha eğlenceli geçtiğini, etkili ve kalıcı öğrenme sağladıklarını belirtmişlerdir.

Çalışmasında FeTeMM eğitiminin öğrencilerin yaratıcılıklarına, akademik başarılarına ve problem çözme becerilerine etkisini araştıran Ceylan (2014), çalışma sonunda FeTeMM eğitiminin uygulandığı gruptaki öğrencilerin yaratıcılıkları ve problem çözme becerilerinin, akademik başarılarının deney grubunda, kontrol grubunda bulunan öğrencilere göre daha başarılı olduğunu sonucuna varmıştır. Ayrıca araştırmanın sonuçlarına göre deney grubu öğrencileri FeTeMM eğitimi kapsamında hazırlanan konu öğretim tasarımı ile ilgili genel anlamda olumlu görüş bildirmişlerdir.

Gökbayrak ve Karışan (2017), FeTeMM uygulamaları hakkında öğrencilerin görüşlerini belirlemeye yönelik yaptıkları çalışmalarında, 6. Sınıf öğrencileri ile etkinlikler gerçekleştirmişlerdir. Yapılan araştırmadan elde edilen bulgular sonucunda öğrenciler, FeTeMM etkinliklerinin kendilerine farklı yönlerden fayda sağladığını belirtmişler, FeTeMM alanlarında kendilerini daha çok geliştirmek istediklerini ve derslerin FeTeMM etkinlikleriyle işlenmesinin gerekliliği ve önemi konusunda olumlu görüşler bildirmişlerdir.

2. 1. 6. 2. STEM Eğitimi ile Fen ve Mühendislik Uygulamaları Alanında Yurt Dışında Yapılan Araştırmalar

Capobianco (2011) mühendislik tasarım yaklaşımının fen derslerinde uygulaması ile ilgili yaptığı araştırmada, 1-5. sınıf öğretmenlerinin mühendislik tasarımlarını fen dersleri ile birleştirme uygulamalarına yönelik olumlu ve olumsuz buldukları noktaları ortaya koymayı amaçlamıştır. Araştırmada elde edilen bulgulara göre öğretmenlerin ilkokulda fen konularını tasarım yoluyla öğretmenin ilgi çekici fakat karmaşık olduğunu düşündükleri tespit edilmiştir. Ancak, öğretmenlerin mühendislik tasarım yaklaşımını kullanmayı sorun olmaktan çok faydalı buldukları belirlenmiştir.

Schnittka ve Bell (2011), yaptıkları çalışmada ortaokul öğrencilerinin mühendislik tasarım temelli etkinliklerinin ısı dönüşümü ve termal enerji kavramlarına etkisini araştırmışlar, yapılan araştırma sonucunda öğrencilerin ısı dönüşümü ve termal enerji kavramlarına yönelik kavramsal anlamaları ve mühendisliğe yönelik tutumları uygulamadan önce ve sonra ölçülmüştür. Araştırma sonucuna göre hedeflenen gösterimlerle birlikte mühendislik tasarım etkinliklerinin kavramsal anlamada etkili olduğu görülmüştür.

Culver (2012) yaptığı çalışmada halen öğrenim gören ilkokul öğretmeni adaylarının mühendislik eğitimine açık olma düzeyleri ile mühendislik ve anaokulundan onikinci sınıfa kadar mühendislik eğitime yönelik algılarını belirlemeyi amaçlamıştır. Araştırma sonuçlarına göre hizmet öncesi ilkokul öğretmenlerinin tasarım adımlarını gerçekleştirirken belirli bir tasarım süreci kullanmadıklarını, mühendislik ile ilgili temel anlayışlarının inşa etme olduğunu ve mühendislik tasarımlarını deneme-yanılma ile

yapılandırdıklarını ortaya koymaktadır. Ayrıca öğretmen adaylarının öğrencilerin mühendislikteki başarısının öğretmenlerin yönlendirmelerine bağlı olmadığını, geçmişten o güne kadar edinmiş oldukları ön bilgilerine bağlı olduğunu düşündükleri sonucuna varılmıştır.

Guzey, Harwell, Moreno, Peralta ve Moore (2017) yaptıkları yarı deneysel çalışmada, geliştirilen mühendislik tasarım temelli fen müfredat birimlerinin 4-8. sınıf öğrencileri üzerindeki öğrenme ve başarıya olan etkisini incelemiştir. Mühendislik odaklı bilim ünitelerinin kalitesinin ve öğretmenlerin mühendislik eğitimi alması gibi faktörlerinin mühendislikte öğrenci başarısını etkileyebileceği tartışılmıştır.

Doppelt, Mehalik, Schunn, Silk ve Krysinski (2008) fen eğitiminde tasarım tabanlı öğrenme konulu çalışmalarında sekizinci sınıfa devam eden öğrencilerden tipik olarak mühendislik prototipleri oluşturmaları istenmiştir. Yapılan çalışmada veri toplama aracı olarak bilgi testi, öğrenci ürün dosyaları ve ürün dosyalarının sözlü sunumları kullanılmıştır. Araştırma sonucunda başarı düzeyi yüksek ve düşük olan öğrencilerde bilgi testinde artış görüldüğünü fakat bu değişimin başarı düzeyi yüksek olan sınıfta anlamlı bulunurken başarı düzeyi düşük olan sınıfta anlamlı olmadığı tespit edilmiştir. Tasarım sunumlarında ise başarı düzeyi düşük çocukların sunumlarının, başarı düzeyi yüksek olanlara göre daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Araştırmacılar, standartlaştırılmış testlerin öğrencilerin başarısını gerçek anlamda göstermiyor olabileceği sonucuna varmışlardır. Doppelt ve arkadaşlarına göre, STEM eğitimi temelli işlenen dersler öğrencilerin fen konularına olan ilgilerinin ve öğrenmeye yönelik isteklerinin artmasını sağlamıştır.

Dym, Agogino, Eris, Frey, ve Leifer (2005) "Mühendislik Tasarımı Düşüncesi, Öğretmek ve Öğrenmek" adlı çalışmalarında tasarım temelli eğitimin hem ciddi zorlukları olduğunu hem de öğrenmede görkemli fırsatlar sunduğunu belirtmişlerdir.

Tal, Krajcik ve Blumenfeld (2006) araştırmalarında "Bisiklet sürücüleri için kask takmalıdır?" sorusu ile etkinliğe başlamışlar ve öğrencilerden oyuncak bir araba içerisinde bulunan yumurtayı koruyacak bir kask geliştirmelerini istemişlerdir. Yapılan etkinlik ile öğrencilerin Newton'un hareket kanunları konusunda kavrayışlar geliştirmeleri beklenmiştir. Konuya yönelik akademik başarı testinin uygulama öncesi ve uygulamanın bitiminde uygulanması ile elde edilen veriler deney grubunun lehine sonuçlar vermiştir. Söz konusu çalışmada aynı zamanda öğretmen özelliklerinin yöntemin başarısını etkilediği sonucuna varılmıştır.

2. 2. Literatür Taramasının Sonucu

Uluslararası literatürde 90'lı yıllardan itibaren STEM eğitimi ile ilgili araştırmaların varlığı görülmektedir. STEM eğitimi yaklaşımının değişen ve gelişen Dünya'ya adapte

olma ve bu doğrultuda 21. yüzyıl yeteneklerine uygun bireyler yetiştirme noktasında ülkemizde de önemi görülmüş ve son yıllarda STEM eğitimi konusundaki araştırmalar ülkemizde de hızla yayılmaya başlamıştır. Özellikle son yıllarda STEM eğitiminin önemini okulöncesinden üniversite seviyesine kadar STEM eğitimi ile ilgili yapılan araştırmalar gözler önüne sermektedir.

STEM eğitimi alanında ulusal ve uluslararası literatür incelendiğinde, STEM eğitimi yaklaşımının öğrencilerin problem çözme becerilerine, algılarına, ilgilerine, tutumlarına, öğrenci becerilerine yönelik araştırmalar yapıldığı görülmektedir. Genel anlamda yapılan çalışmaların öğrencilerin akademik başarıları ve tutumları üzerinde yoğunlaştığı görülmüştür.

Mühendisliğin fen eğitimine entegrasyonu ve mühendislik tasarımı temelli fen eğitimi ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde, öğrencilerin mühendisliğe olan algı ve tutumlarının olumlu yönde geliştiği, mühendislik tasarımının kullanıldığı fen dersinde öğrencilerin yaratıcı düşünme ve problem çözme becerilerinin arttığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu alanda öğretmenler ile yapılan çalışmalara bakıldığında ise, uygulayıcı konumda olan öğretmenlerin mühendislik tasarımı ile fen eğitimine olumlu yönde baktıkları fakat bu alanda eğitime ihtiyaç duydukları görülmektedir.

Genel olarak literatür incelendiğinde fen eğitimine mühendisliğin entegrasyonu konusunun önemli bir yer işgal ettiği görülmektedir. Yapılan bu çalışma mühendislik tasarım süreci basamaklarının anlamlandırılması ve doğru bir şekilde uygulanması adına önem arz etmekte olup, MEB Fen Bilimleri öğretim programında henüz yerini yeni almış olan Fen ve Mühendislik uygulamaları konu alanının uygulanması ve anlaşılması bakımından hem öğretmenlere hem de öğrencilere yol gösterici nitelikte olacağı düşünülmektedir.

3. YÖNTEM

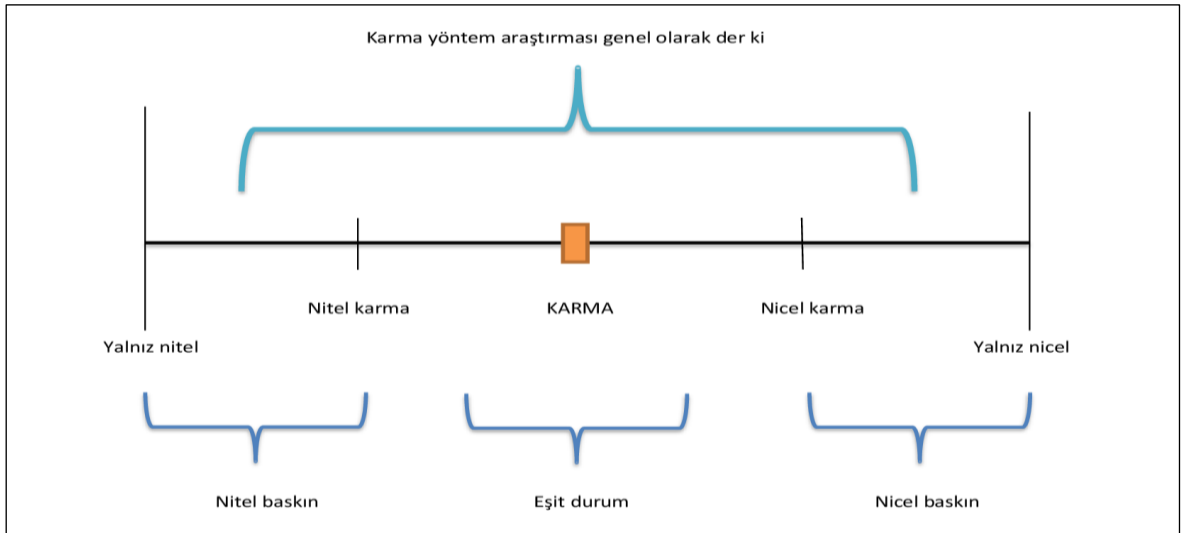
Araştırmanın bu bölümünde çalışmada kullanılan araştırma modeli, araştırmanın örnekleme ve çalışma grubu, verilerin toplanmasında kullanılacak veri toplama araçları ve veri toplama süreci, verilerin analizi ile ilgili açıklamalar yer almaktadır.

3. 1. Araştırma Modeli

Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM) eğitimi temelinde Mühendislik Tasarım Süreci Dokümanının hazırlandığı ve hazırlanan etkinliklerin öğrencilerin STEM tutumlarına ve mühendislik tasarım sürecini uygulama becerilerine olan etkisinin incelendiği bu çalışmada karma yöntem araştırma modeli temel alınmıştır.

Karma yöntem araştırmaları, araştırmalarda hem nicel ve hem de nitel verilerin birlikte toplanması, toplanan verilerin analiz edilmesi ve bu verilerin birbirleriyle ilişkilendirilmesi olarak tanımlanmıştır (Creswell ve Plano Clark, 2007). Leech ve Onwuegbuzie (2007), karma araştırma modelini tek bir çalışmanın ya da çalışmalar içerisindeki nitel ve nicel araştırma verilerinin birlikte toplanması, analiz edilmesini ve yorumlanmasını içerdiğini belirtmişlerdir.

Johnson, Onwuegbuzie ve Turner (2007), nitel, nicel ve karma yöntemler araştırmasını ve karma yöntemler araştırmasının alt dallarını Şekil 3' teki gibi göstermiştir.



Şekil 3. Üç büyük araştırma paradigması (nitel, nicel, karma) ve karma yöntemler araştırmasının alt dalları

Karma yöntemin sunmuş olduğu çözüm yollarının birçok araştırma sorusunun cevaplandırılmasında etkili olduğunu öne süren Johnson ve Onwuegbuzie (2004), karma yöntemin güçlü ve zayıf yönlerini aşağıdaki gibi ifade etmişlerdir.

Tablo 2. Karma Yöntemin Güçlü ve Zayıf Yönleri

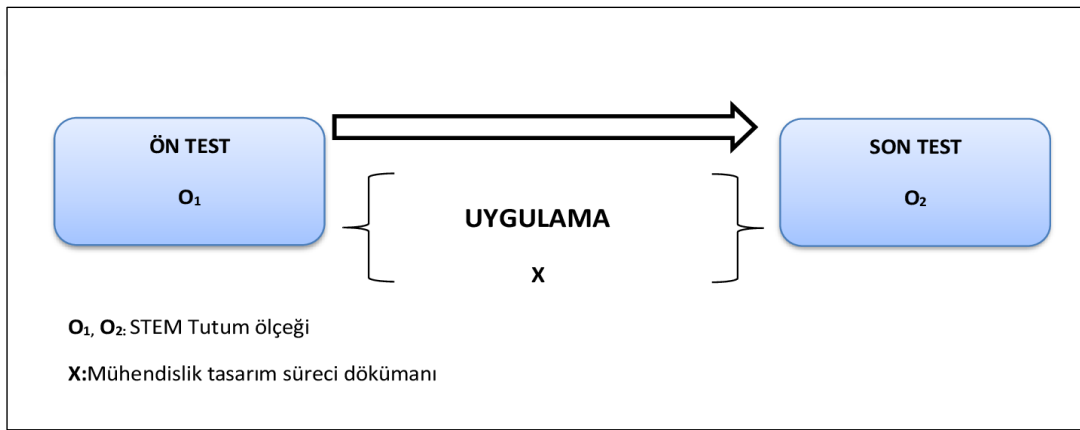
Karma Yöntemin Güçlü Yönleri	Karma Yöntemin Zayıf Yönleri
Sayısal verilere anlam yüklemek için kelime, resim ve olaylar kullanılabilir.	Takım çalışması gerektirebilir. Nicel ve nitel verilerin aynı anda toplanması araştırmacı açısından zor olabilir.
Araştırmada toplanan nicel veriler, araştırmacının kelime, resim veya olaylarının anlamlandırılması için kullanılabilir.	Araştırmacı, birden fazla yöntem hakkında bilgi sahibi olmalı ve bunları nasıl uygun biçimde bir araya getireceğini bilmelidir.
Araştırmacı çalışmada bir yöntemin zayıf yönlerini kapatmak için diğer bir yöntemin güçlü taraflarını kullanabilir.	Fazla zaman alıcı ve daha pahalı bir yöntemdir.
Araştırmacı araştırma sorularını daha geniş bir şekilde ele alıp cevaplandırabilir.	Yöntembilimciler tek bir araştırmacının ya nicel ya da nitel yöntemlerle çalışması gerektiğini öne sürmektedirler.
Araştırmadan elde edilen sonuçların genellenebilirliğini artırmak için kullanılabilir.	
Araştırmada gözden kaçabilecek olan görüşleri ortaya çıkarmada etkili bir yöntemdir.	
Araştırmacı daha geniş ve eksiksiz bir araştırma yelpazesine cevap verebilir.	Karma yöntem araştırmalarındaki bazı önemli noktalar yöntembilimciler tarafından çalışılmak üzere bırakılmıştır.
Bulguların birbirine olan yakınlığına ve doğruluğuna bakılarak araştırma sonuçları için önemli kanıtlar sunulabilir.	
Nitel ve nicel araştırmaların bir arada kullanılması hem teori ve hem de uygulamaya ilişkin daha mutlak bilgiler ortaya koyar.	

STEM entegrasyonu kapsamında hazırlanan etkinliklerin 5. sınıf öğrencilerinin STEM tutumlarına etkisinin nasıl olduğu ve hazırlanan etkinliklerin 5. sınıf öğrencilerinin mühendislik tasarım sürecini uygulama becerilerine olan etkisinin inceleneceği bu araştırmada, araştırma problemlerinin cevabı farklı verilerin analizini gerektirdiği için karma araştırma modelinden yararlanılmıştır.

Araştırmanın nicel boyutunda, Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM) eğitimi temelinde hazırlanan etkinliklerin öğrencilerin STEM tutumlarına etkisini belirlemek amacı ile tek gruplu ön test-son test basit deneysel desen kullanılmıştır. Tek gruplu deneysel desen katılımcılara ulaşılarak araştırma sorusunun neden-sonuç ilişkisinin anlaşılması adına pratik bir çözüm sağlamaktadır (Shaughnessy, Zechmeister ve Zechmeister, 2006). Araştırma kapsamında hazırlanan mühendislik tasarım süreci

dokümanınin öğrencilerin STEM tutumlarına olan etkisi açığa çıkartılmak istenmiştir. STEM eğitimi temelinde hazırlanan mühendislik tasarım süreci dokümanı araştırmanın bağımsız değişkeni olarak tanımlanırken, öğrencilerin tutumları araştırmanın bağımlı değişkeni konumundadır. Bu çalışmada kullanılan tek gruplu ön test-son test basit deneysel desende bağımsız değişken araştırma grubuna uygulanır ve uygulama öncesinde ve sonrasında ölçme işlemi yapılır (Cohen ve Manion, 1997; Gay ve Airasian, 2000)

Araştırmada kullanılan tek gruplu ön test son test basit deneysel deseni aşağıda gösterilmiştir:



Şekil 4. Araştırmada kullanılan tek gruplu ön test son test basit deneysel desen

Araştırmanın nitel boyutunda ise STEM eğitimi temelinde hazırlanan etkinliklerin öğrencilerin mühendislik tasarım sürecini uygulama becerilerini nasıl etkilediğini incelemek amacı ile durum çalışması kullanılmıştır. Creswell'e (2007) göre durum çalışması ;araştırmacının bir veya birden çok durumu detaylı bir şekilde, birden fazla veri toplama aracı kullanarak durumu raporlaştırdığı bir nitel yaklaşımdır. Durum çalışmalarında gözlem, görüşme, doküman incelemesi ve arşiv kayıtları gibi bir çok yöntem veri toplama aracı olarak araştırmanın amacına uygun olacak şekilde bir arada kullanılabilir (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Bu çalışmada da görüşme, gözlem notları, serbest öğrenci günlükleri ve uygulama boyunca araştırmanın temelini oluşturan öğrencilere ait mühendislik tasarım süreci dokümanları ile süreç sonunda oluşturulan ürünler durum çalışmasının doğasına uygun olarak derinlemesine incelenmiştir.

3. 2. Araştırmanın Çalışma Grubu

Araştırmanın nicel verilerinin toplandığı çalışma grubunu 2017-2018 eğitim öğretim yılı ikinci döneminde, bir devlet okulunun 5. sınıfında öğrenim gören 12 öğrenci oluşturmaktadır. Belirlenen okulda uygulamanın yapılabilmesi için gerekli izinler alınmış olup EK-1'de sunulmuştur. Uygulama yapılacak olan okulun seçiminde araştırmacı için kolay ulaşılabilir olması ve uygulamaya olumlu bakan idarecilerin varlığı etkili olmuştur. Nicel verilerin toplandığı çalışma grubunun cinsiyete göre dağılımı Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Çalışma Grubunun Cinsiyete Göre Dağılımı

Sınıf-Şube	Kız	Erkek	Toplam
5-A	5	7	12

Araştırmanın nitel verilerinin toplandığı çalışma grubu için ise küçük bir örneklem oluşturmak ve bu örnekleme çalışılan probleme yönelik olarak bireylerin çeşitliliğini en yüksek düzeyde yansıtmaya amacı ile amaçlı örnekleme yöntemlerinden maksimum çeşitlilik örnekleme kullanılmıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Buna dayalı olarak araştırmanın nicel verilerinin toplandığı çalışma grubu içerisinde 6 öğrenci belirlenmiştir.

3. 3. Verilerin Toplanması

3. 3. 1. Veri Toplama Araçları

Araştırmada, araştırmanın amacına bağlı olarak nitel ve nicel veri toplama araçları kullanılmıştır. Bu kapsamda araştırmanın nicel boyutunda veri toplama aracı olarak STEM tutum ölçeği kullanılmıştır. Yıldırım ve Selvi (2015) tarafından Türkçe'ye uyarlanan STEM tutum ölçeği için gerekli izinler araştırmacıdan alınmış olup, EK-2'de gösterilmiştir. Araştırmanın nitel verileri ise serbest öğrenci günlükleri, araştırmacı tarafından süreç boyunca tutulan gözlem notları, yarı yapılandırılmış görüşmeler ve uygulama süresince araştırmacı tarafından ders materyali olarak hazırlanıp uygulanan mühendislik tasarım süreci dokümanları tarafından toplanmıştır. Veri toplama araçlarının araştırmanın alt problemlerine göre dağılımı Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Araştırmanın Alt Problemlerine Göre Veri Toplama Araçlarının Dağılımı

Araştırmanın Alt Problemleri	Veri Toplama Aracı
1. STEM entegrasyonu kapsamında hazırlanan etkinliklerin öğrencilerin STEM tutumlarına etkisi nedir?	STEM tutum ölçeği

Tablo 4'ün devamı

Araştırmanın Alt Problemleri	Veri Toplama Aracı
2. STEM entegrasyonu kapsamında hazırlanan etkinliklerin 5. sınıf öğrencilerinin mühendislik tasarım sürecini uygulama becerilerine olan etkisi nedir?	Gözlem notları Görüşme formu Serbest öğrenci günlükleri Mühendislik tasarım süreci dokümanı

3. 3. 1. 1. Nicel Veri Toplama Aracı

3. 3. 1. 1. 1. STEM Tutum Ölçeği

Araştırmada STEM entegrasyonu kapsamında hazırlanan etkinliklerin öğrencilerin STEM tutumlarına etkisini incelemek amacı ile Faber, Unfried, Wiebe, Corn, Townsend, ve Collins (2013) tarafından geliştirilen, Türkçe'ye Yıldırım ve Selvi (2015) tarafından uyarlanan "Ortaokul öğrencilerinin STEM'e karşı tutumu" adlı tutum ölçeği kullanılmıştır. Ölçek 33'ü olumlu, 4'ü olumsuz olmak üzere toplamda 37 maddeden oluşmaktadır. STEM tutum ölçeğinin iç güvenilirlik katsayısı Cronbach Alpha ile hesaplanarak .77 olarak tespit edilmiştir. Ölçek, 5. sınıfta öğrenim gören 12 öğrenciye uygulama öncesi ve sonrasında uygulanmıştır. Uygulanan tutum ölçeği matematik, fen, mühendislik ve 21. yüzyıl becerileri adı altında dört faktörden oluşmaktadır. Ölçek EK-3'te sunulmuştur.

STEM Tutum Ölçeği 5 li likert tipinde olup ,her bir maddesi için Kesinlikle Katılmıyorum (1), Katılmıyorum (2), Kararsızım (3), Katılıyorum (4), Kesinlikle Katılıyorum (5) şeklinde puanlama yapılmıştır. Ölçekteki olumsuz ifadelerde ise Kesinlikle Katılmıyorum (5),Katılmıyorum (4), Kararsızım (3), Katılıyorum (2), Kesinlikle Katılıyorum (1) olarak ifade edilmiştir.Ölçeğe ait ifadelerden bazıları; "Birçok dersle başa çıkabilirim fakat matematikle başa çıkamıyorum.", "Hayatımdaki çalışmalarda fen benim için önemli olacak.", "Matematik ve Fen'i birlikte nasıl kullanacağımı bilmek bana kullanışlı şeyler icat etme şansı tanıyacak.", "Karar verirken başkalarının görüşlerini göz önüne alacağımdan eminim." şeklindedir.

3. 3. 1. 2. Nitel Veri Toplama Araçları

3. 3. 1. 2. 1. Gözlem Notları

Gözlem, nitel araştırmalarda temeli oluşturan ve oldukça önemli bir yöntemdir (Marshall ve Rossman, 2006). Herhangi bir ortamda oluşan davranışın kapsamlı ve zamana yayılmış olarak incelenmesi için gözlem yapmak gereklidir (Yıldırım ve Şimşek ,2008). Mayring (2011) nitel araştırma paradigması içerisinde gerçekleştirilecek olan gözlemin, gözlemcinin gözlenen ile sosyal ilişki içerisinde olduğu, veri toplarken doğal

olarak yaşamın gereklerini yerine getirdiği bir şekilde gerçekleştirilmesi gerektiğini ifade etmektedir. Bu şekilde gerçekleştirilen gözlem, 'katılımcı gözlem' olarak tanımlanmaktadır (Merriam, 2013; Glesne, 2013). Bu araştırmada öğrencilerin mühendislik tasarım süreci boyunca gerçekleştirdikleri performansın izlenmesi amacı ile katılımcı gözlem gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen gözlemlerden sağlıklı veriler elde edebilmek amacı ile gözlemlerin kayıt altına alınması gerekmektedir (Merriam, 2013). Mayring (2011), bu amaçla başvuru alan yolların başında gözleme yönelik alan notlarının alınması gerektiğini belirtmiştir. Yapılan bu araştırmada gerçekleştirilen gözlemlerden nitelikli veriler elde edebilmek amacı ile gözlemler araştırmacı tarafından alan notları şeklinde kaydedilmiştir. Alan notları oluşturulurken, uygulama sırasındaki gözlemler kısa ifadelerle kaydedilmiş, o gün yapılan uygulama sonrasında alınan kısa notlar betimlenerek ayrıntılı bir şekilde genişletilmiştir.

3. 3. 1. 2. 2. Görüşme Formu

Nitel araştırmalarda çok sık başvuru alan veri toplama tekniği olan görüşme, araştırmacının uygulama öncesinde hazırlanmış olan soruları yönelttiği ve karşısındaki kişinin yöneltilen soruları cevapladığı belli amaç doğrultusunda yapılan bir söyleşidir (Kuş, 2012). Yapılan görüşmenin planlı ve belli bir amaç doğrultusunda yapılma özelliği ise yapılan görüşmeyi bir sohbetten öteye taşıyıp, yapılan görüşmeyi önceden belirlenen araştırma hedeflerine yönelik planlanmış bir veri toplama çabası yapar. Görüşmeler yapısına göre, yapılandırılmış, yarı yapılandırılmış ve yapılandırılmamış görüşme olarak üç sınıf içerisinde incelenir (Glesne, 2013; Merriam, 2013). Yapılandırılmış görüşmeler; soruların görüşme başlamadan önce oluşturulduğu ve görüşme süresince değiştirilmediği, yazılı anketlerin sözlü formu gibi düşünülen görüşmelerdir (Glesne, 2013; Merriam, 2013; Yin, 2011). Yapılandırılmamış görüşmelerin temelinde ise keşfedicilik bulunmaktadır. Görüşmede önceden belirlenmiş sorular sorulmaz. Yapılandırılmamış görüşmelerde araştırmacı sorularını sorarken son derece esnek olmalıdır. Yarı yapılandırılmış görüşmeler ise yapılandırılmış ve yapılandırılmamış arasında düşünülebilir (Merriam, 2013). Bu tür görüşmede araştırmacı daha önceden hazırlamış olduğu konu veya alanlara bağlı olarak sorular yöneltme ve bu sorulara verilen cevaplara ek yeni sorular yöneltebilir. Görüşmeci, görüşme esnasında yönelttiği soruların sırasını ve cümlelerin yapılarında değişiklik yapabilir, bazı konuları detaylandırabilir veya sohbet tarzında bir yöntem uygulayabilir (Yıldırım ve Şimşek, 2008).

Yapılan bu araştırmada mühendislik tasarım süreci temelinde hazırlanan etkinlik uygulamalarının bitiminde, nitel çalışma grubunda yer alan 6 öğrencinin her biri ile araştırmacı tarafından geliştirilmiş görüşme formu (EK-4) çerçevesinde yarı

yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Hazırlanan görüşme formu, öğrencilerin süreç boyunca sergiledikleri performanslarını ve mühendislik tasarım süreci dokümanında yer alan mühendislik tasarım süreci basamaklarını değerlendirmelerini sağlayacak şekilde hazırlanmıştır. Bu yolla, süreç boyunca yapılan gözlemlerin ve mühendislik tasarım süreci dokümanının analizinden elde edilen verilerin katılımcıların bakış açısı ile bütünleştirilmesi sağlanmıştır. Görüşme esnasında gidişata göre yeni sorular oluşabileceği ve görüşme esneyebileceği için, gerçekleştirilen görüşmede seslerinin tamamı kayıt altına alınmıştır. Görüşmeler ortalama olarak 15-20 dakika sürmüştür.

3. 3. 1. 2. 3. Doküman İncelemesi

Nitel araştırmalarda veri toplama aracı olarak kullanılan tekniklerden birisi de doküman incelemesidir. Doküman inceleme, araştırılan durum hakkında çeşitli bilgiler içeren yazılı materyallerin analizini kapsamaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Merriam (2009) ise dokümanları kapsayıcı bir kavram olarak düşünerek; yazılı, görsel, işitsel ve elle tutulabilir materyalleri içeren geniş bir kavram olarak tanımlamaktadır. Dokümanlar, elde edilen verileri destekleyici nitelikte kullanılabileceği gibi birincil veri kaynağı olarak da kullanılabilir (Bogdan ve Biklen, 2007). Ders planları, öğrenci ödevleri, sınıftaki objeler, okul kayıtları ve öğretmen değerlendirmeleri doküman olabilir (Merriam, 2013).

Yapılan bu araştırmada kullanılan dokümanlar; öğrencilerin süreç boyunca tuttukları serbest öğrenci günlükleri ve araştırmacı tarafından hazırlanan mühendislik tasarım süreci dokümanıdır. Araştırmada kullanılan dokümanlara ait açıklamalara aşağıdaki bölümde yer verilmiştir.

3. 3. 1. 2. 3. 1. Serbest Öğrenci Günlükleri

Araştırmada kullanılan nitel veri kaynaklarından biri serbest öğrenci günlükleridir. Günlüklerin veri toplama aracı ile kullanılması nitel araştırmalarda uzun yıllardır var olan bir uygulamadır (Ersoy, 2015). Nitel eğitim araştırmalarında kullanılan günlükler araştırmaların önemli bir parçası olarak, farklı yöntemlerle ulaşılması zor olan kişisel düşüncelere ilişkin bilgi elde etmeyi desteklemede ve geleneksel veri toplama araçlarının yerine geçerek araştırmada elde edilen diğer verileri tamamlayıcı olarak kullanılabilir (Woll, 2013).

Mühendislik tasarım süreci dokümanının uygulanmasından başlayarak her uygulama günü sonrasında öğrencilerden o gün yaptıkları mühendislik tasarım süreci basamaklarına yönelik olarak günlük yazmaları istenmiştir. Günlük yazımında öğrenciler sınırlandırılmamış olup, o gün yapılan etkinlikler, grup içinde yaşanan olumlu ve ya

olumsuz her unsura yer verebilecekleri, zorlandıkları ve ya ilgilerini çeken noktalar üzerinde durabilecekleri, bireysel ve grup performansları, his ve düşünce gibi birçok unsura yer verebilecekleri belirtilmiştir.

Bir öğrencinin mühendislik tasarımının 3. adımı olan olası çözümlerin araştırılması ve geliştirilmesine ait uygulanan etkinlikler sonucu doldurduğu günlük Şekil 5'te verilmiştir.

GÜNLÜK NUMARASI: 3

grup: 3

TARİH:

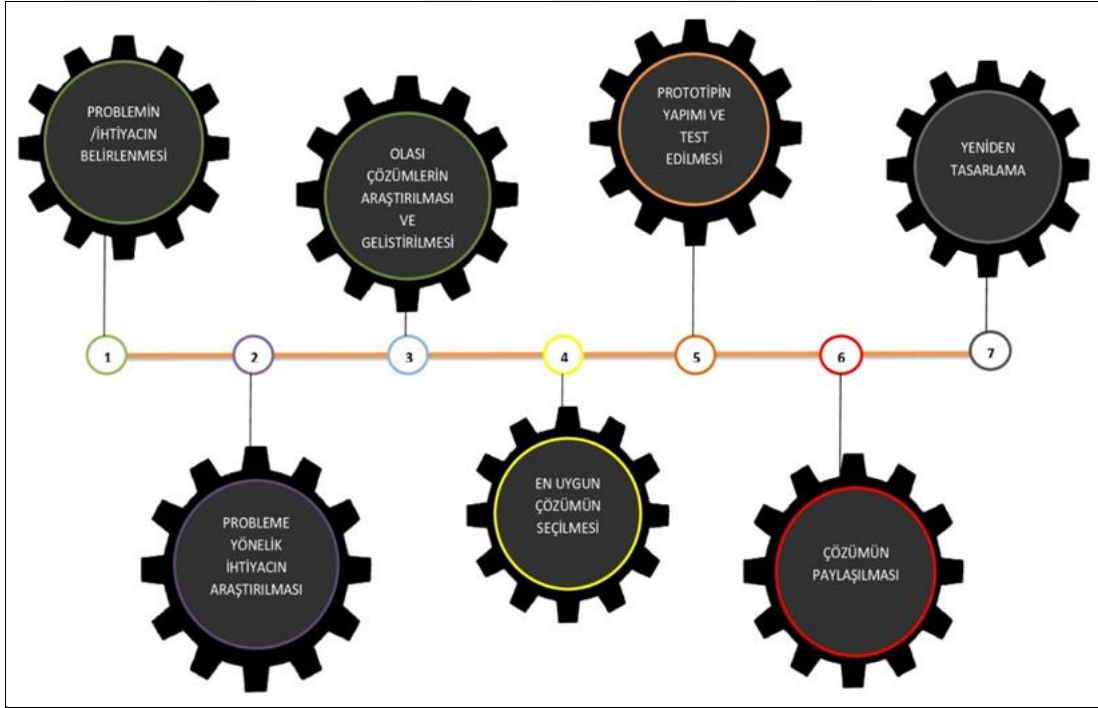
GÜNLÜK

Sevgili, günlükün dün problemimiz için araştırma yaptık.
 Sonrada problem ile ilgili not aldık, çok güzeldi
 çok sevindim. sonra sınıfa geldik. Bu günde problem için
genekli malzemeler belirledik sonrada ön tasarımı
yaptık. Sonrada ankodolarımızla problem için konuştuk
 düşündük. ana kayıtlı geçdi ve herkes fikrini
 söyledi. ankodolarımızın söylediklerini değerlendirildi
 Konuştuk anlaştık sonrada kararı verdik. sonra
 öğretmen başka problem verdi. onu okudu, ondan
 sonra ona ilgili de konuşma yaptık ve o problem
 ile ilgili çözüm düşündük öğretmenimiz bize kağıt
 verdi bulduğumuz çözümleri ona yazdık ve ankodolarımızı
paylaştık.

Şekil 5. Olası çözümlerin araştırılması ve geliştirilmesi basamağına ait günlük örneği

3. 3. 1. 2. 3. 2. Mühendislik Tasarım Süreci Dokümanı

Araştırmanın “STEM entegrasyonu kapsamında hazırlanan etkinliklerin 5. sınıf öğrencilerinin mühendislik tasarım sürecini uygulama becerilerine olan etkisi nedir?” alt problemine cevap aramak için araştırmacı tarafından geliştirilen ve temel veri kaynağı olarak kullanılan mühendislik tasarım süreci dokümanı temel ders materyali olarak kullanılmıştır. Öğrenciler süreç boyunca yalnızca bu dokümanı kullanmışlar ve doküman üzerinde araştırma sorularına cevaplar vermiş, çeşitli çizimler yapmış, karar tablolarını doldurmuşlar ve yaratıcı düşüncelerini ifade etmişlerdir. Mühendislik tasarım sürecinin her bir basamağının kavratılması amacı ile hazırlanmış birbirini takip eden etkinlikler içeren dokümanın temelini araştırma için oluşturulan mühendislik tasarım süreci basamakları oluşturmaktadır. Şekil 6’da mühendislik tasarım süreci basamakları gösterilmiştir.



Şekil 6. Araştırmada kullanılan mühendislik tasarım süreci basamakları

Araştırmada kullanılan mühendislik tasarım süreci dokümanı, her bir tasarım adımı için birbirini takip eden etkinlikler içermekte, hem öğrenciler hem de uygulayıcı açısından rehber bir materyal görevi görmektedir. Hazırlanan dokümanın kapak kısmında öğrencinin adı-soyadı ve grup isminin yazılacağı bölümler yer almaktadır. Dokümanın giriş kısmında ise mühendislikle ilgili kısa bilgilere yer verilmiş, böylece öğrencilerin ilk defa karşılaşmış olacakları bu sürece ait ilgilerini artırmak amaçlanmıştır.

Geliştirilen mühendislik tasarım süreci dokümanının uygulama basamaklarına ait hazırlanmış olan etkinliklere ait açıklamalara aşağıda yer verilmiştir.

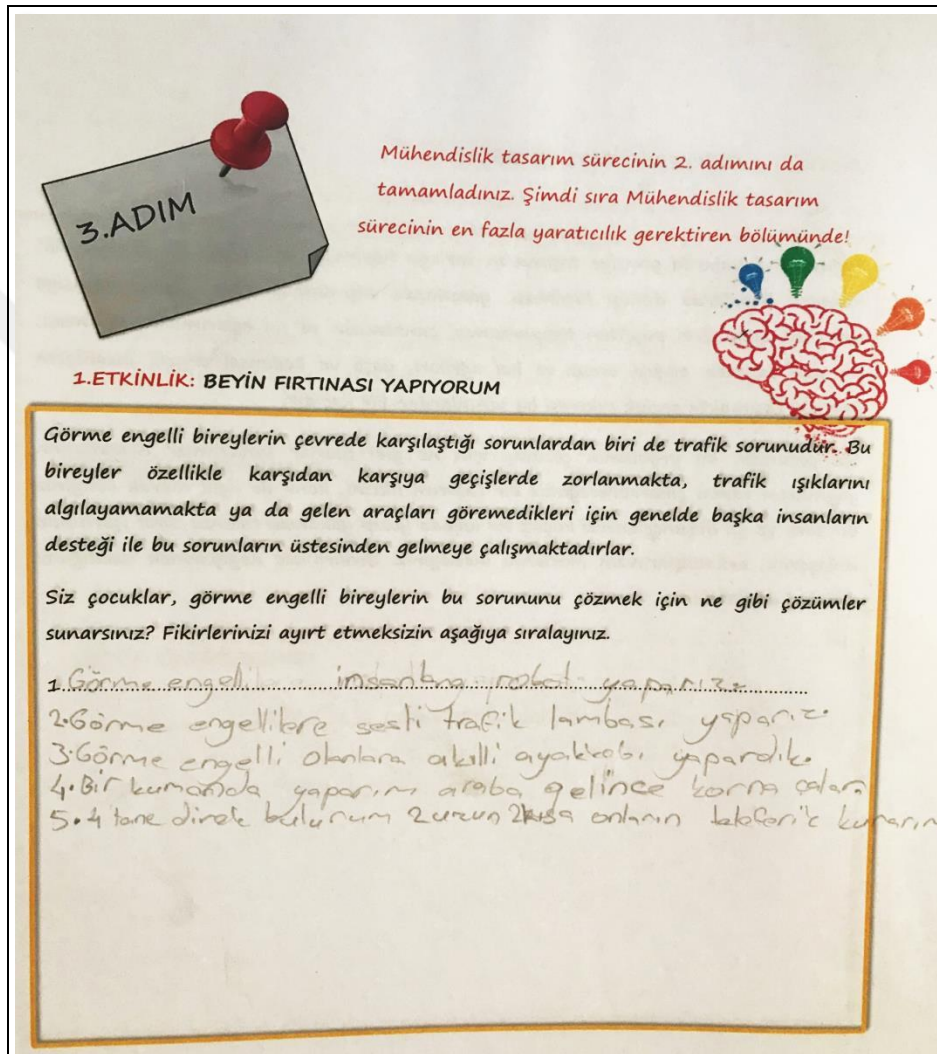
Tablo 5. Araştırmada Kullanılan Mühendislik Tasarım Süreci Dokümanında Tasarlanan Etkinlikler, Amaçları ve Sonuçları

MÜHENDİSLİK TASARIM SÜRECİ BASAMAKLARI	UYGULANAN ETKİNLİKLERİN AMACI	UYGULANAN ETKİNLİKLER	ETKİNLİKLERİN SONUCU
1. ADIM: PROBLEMİN/ İHTİYACIN BELİRLENMESİ	Öğrencilerin çevrelerindeki problem durumlarını keşfetmesini sağlamak ve tasarım sürecinin problemi belirleme ile başladığını keşfetmek.	<ul style="list-style-type: none"> Bir problem mi var? Problemi tanımlıyorum: Norveç'e dev aynalardan kış güneşi. Hangisi problem? 	Öğrenciler günlük hayattan bir tasarım problemi belirlemişlerdir.
2. ADIM: PROBLEME YÖNELİK İHTİYACIN ARAŞTIRILMASI	Öğrencilerin belirledikleri probleme yönelik araştırma yaparak, doğru bilgi kaynaklarını kullanmalarını sağlamak; problemin kriter ve sınırlılıklarını belirlemek.	<ul style="list-style-type: none"> Bilgi kaynaklarının güvenilirliğini sorguluyorum. Problemimi sınırlıyorum, kriterlere göre düşünüyorum. 	Araştırmalar sonucunda elde edilen verilerin listelenmiş, problemin kriter ve sınırlılıkları belirlenmiştir.
3. ADIM: OLASI ÇÖZÜMLERİN ARAŞTIRILMASI VE GELİŞTİRİLMESİ	Yapılan araştırmalar sonucunda, belirlenen probleme yönelik öğrencilerin yaratıcılıklarını kullanarak farklı çözüm önerileri geliştirmelerini sağlamak.	<ul style="list-style-type: none"> Beyin fırtınası yapıyorum. Fikirlerimi paylaşıyorum. 	Grup içinde paylaşılan fikirler doğrultusunda probleme yönelik üretilen çözüm önerileri sıralanmıştır. Ayrıca öğrenciler problemin çözümünde kullanılabilecek olan malzemeleri listelemişler ve ön tasarım çizimleri yapmışlardır.
4. ADIM: EN UYGUN ÇÖZÜMÜN BELİRLENMESİ	Çözüm önerilerinin ortak ve farklı yönlerinin belirlenmesi, önceden belirlenen kriter ve sınırlılıklara göre karar tablolarının oluşturularak grupça en uygun çözümün belirlenmesi	<ul style="list-style-type: none"> Karar tablosu oluşturma 	Öğrenciler oluşturdukları karar tablolarına göre problemlerinin çözümü için en uygun yöntemi seçmişlerdir.
5. ADIM: ROTOTİPİN YAPILMASI VE TEST EDİLMESİ	Çözüm önerisine uygun tasarım çiziminin yapılması ve çözümün test edilmesini sağlamak	<ul style="list-style-type: none"> Tasarım çizimi oluşturma Test/deneme sonuçlarını kaydetme 	Öğrenciler tasarım çizimlerine uygun olarak tasarımlarını gerçekleştirmişler ve deneyerek deneme sonuçlarını kaydetmişlerdir. Değişiklik önerisi varsa tartışmışlardır.
6. ADIM: ÇÖZÜMÜN PAYLAŞILMASI	Öğrencilerin problemlere yönelik tasarladıkları çözümlerini paylaşmalarını sağlamak	<ul style="list-style-type: none"> Poster hazırlama 	Öğrenciler, tasarımlarını ve tasarımlarını oluştururken takip ettikleri adımları poster hazırlayarak sınıfta sunmuşlardır.
7. ADIM: YENİDEN TASARLAMA	Çözümün paylaşılması sonucunda tasarımın eksik ya da geliştirilmesi gereken noktaları varsa yeniden tasarlanması	*Bu adımda gerekli görülür ise yeniden tasarlama yoluna gidilir.	

Araştırmada temel veri kaynağı olarak kullanılan "Mühendislik Tasarım Süreci Dokümanı" EK-5'te sunulmuş olup, dokümanın yapısı örnek etkinlikler üzerinden aşağıda açıklanmıştır.

"Olası çözümlerin araştırılması ve geliştirilmesi" adlı üçüncü mühendislik tasarım süreci basamağı "Beyin fırtınası yapıyorum" adlı etkinlik ile başlamaktadır. Öğrenciler

görme engellilerin günlük hayatta karşılaştıkları bir problemi grup içerisinde tartıştıktan sonra, bu problemi çözmek için öneriler geliştirmişler, probleme çözüm önerisi getirirken fikirlerini ayırt etmeksizin sıralamaları, böylece bir problemin çözümünde birden fazla çözüm yolu geliştirmeleri amaçlanmıştır. Şekil 7’de bir grup öğrencinin etkinlik için ürettiği çözüm önerileri verilmiştir.



Şekil 7. Beyin fırtınası yapıyorum etkinliğine ait örnek doküman

Ardından “Fikirlerimi Paylaşıyorum” adlı ikinci etkinliğe geçilmiştir. Bu etkinlikte öğrencilere yağmurlu havalarda şemsiye taşımanın zorluğu ile ilgili bir problem durumu verilmiş ve bu problemin çözümü için fikirler üretmeleri, ayrıca problem ile ilgili merak ettikleri bir soru ve ya düşünceleri varsa bunları da fikirleri ile birlikte bir kağıda yazmaları ve yakalarına takmaları istenmiştir. Daha sonra sınıf içerisinde dolaşmaya başlayan öğrenciler fikirlerini arkadaşları ile paylaşmış, beğendikleri fikirleri birbiri ile değiştirmişlerdir. Fikirlerimi paylaşıyorum etkinliğine ait görsel Şekil 8’de verilmiştir.



Şekil 8. Fikirlerimi paylaşıyorum etkinliğine ait görsel

Yapılan etkinliklerin ardından öğrencilere kendi belirledikleri problemlere ait çözüm önerileri sunmalarını ve problemlerini çözmeye gerekli olabilecek araç-gereçleri listelemeleri istenmiş, sonrasında her grup kendi problemlerinin çözümüne yönelik ön tasarım çizimlerini yaparak 3. adımı tamamlamışlardır.

3. 3. 2. Veri Toplama Süreci

Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM) eğitimi temelinde hazırlanan etkinliklerin öğrencilerin STEM tutumlarına ve mühendislik tasarım sürecini uygulama becerilerine olan etkisinin araştırıldığı bu çalışma 2017-2018 eğitim-öğretim yılının ikinci döneminde bir devlet okulunun 5. sınıf Fen Bilimleri dersinde gerçekleştirilmiştir. Uygulamayı yapan öğretmen, araştırmacının kendisi olup uygulama süreci toplamda 8 hafta sürmüştür. Uygulamalar haftada 2 ders saati ard arda olacak şekilde düzenlenmiştir. Uygulama takvimine ait açıklamalara Tablo 6'da yer verilmiştir.

Tablo 6. Araştırmanın Uygulama Süreci Takvimi

TARİH	YAPILAN UYGULAMALAR	VERİ TOPLAMA ARAÇLARI
NİSAN 1. HAFTA 05.04.2018	*Fen ve Mühendislik uygulamaları konu alanı ile tanışma *Mühendislik tasarım süreci hakkında bilgilendirme *Ön test	❖ STEM Tutum Ölçeği
NİSAN 2. HAFTA 12.04.2018	Problemin ve ya ihtiyacın belirlenmesine yönelik olarak gerçekleştirilen etkinlikler: *Bir problem mi var? *Problemi tanımlıyorum: Norveç'e dev aynalardan kış güneşi. *Hangisi problem?	❖ Serbest öğrenci günlükleri ❖ Gözlem notları ❖ Mühendislik tasarım süreci dokümanı
NİSAN 3. HAFTA 19.04.2018	Probleme yönelik ihtiyacın araştırılmasına yönelik gerçekleştirilen etkinlikler: *Bilgi kaynaklarının güvenilirliğini sorguluyorum. *Problemimi sınırlıyorum,kriterlere göre düşünüyorum.	❖ Serbest öğrenci günlükleri ❖ Gözlem notları ❖ Mühendislik tasarım süreci dokümanı
NİSAN 4. HAFTA 26.04.2019	Olası çözümlerin araştırılması ve geliştirilmesine yönelik gerçekleştirilen etkinlikler: *Beyin fırtınası yapıyorum. *Fikirlerimi paylaşıyorum.	❖ Serbest öğrenci günlükleri ❖ Gözlem notları ❖ Mühendislik tasarım süreci dokümanı
MAYIS 1. HAFTA 03.05.2018	En uygun çözümün belirlenmesine yönelik gerçekleştirilen etkinlikler: *Karar tablosu oluşturma	❖ Serbest öğrenci günlükleri ❖ Gözlem notları ❖ Mühendislik tasarım süreci dokümanı
MAYIS 2. HAFTA 10.05.2018	Prototipin yapımı ve test edilmesine yönelik gerçekleştirilen etkinlikler: * Tasarım çizimi oluşturma *Test/deneme sonuçlarını kaydetme	❖ Serbest öğrenci günlükleri ❖ Gözlem notları ❖ Mühendislik tasarım süreci dokümanı
MAYIS 3. HAFTA 17.05.2018	Çözümün paylaşılmasına ve yeniden tasarlamaya yönelik gerçekleştirilen etkinlikler *Poster hazırlama ve sunma *Tasarımı iyileştirme	❖ Serbest öğrenci günlükleri ❖ Gözlem notları ❖ Mühendislik tasarım süreci dokümanı
MAYIS 4. HAFTA 24.05.2018	*Son test *Öğrenci mülakatları	❖ STEM Tutum Ölçeği ❖ Yarı yapılandırılmış görüşme formu
TOPLAM 8 HAFTA		

Uygulamanın birinci haftasında öğrencilere ilk olarak STEM tutum ölçeği ön test olarak uygulanmıştır. Ön test öncesinde öğrencilere mühendislik tasarım süreci ile ilgili herhangi bir bilgilendirme yapılmamıştır. Ön test sonrasında çalışma grubundaki 12 öğrenciye araştırmacı tarafından geliştirilen ve kullanım kolaylığı açısından kitapçık şeklinde çoğaltılan Mühendislik Tasarım Süreci Dokümanları dağıtılmıştır. Öğrencilerin mühendislik tasarımı ile tanışmaları için ve dokümanlarını nasıl kullanacakları hakkında kısa bir sunum yapılmıştır. Sunum ile ilgili görsel Şekil 9'da verilmiştir.



Şekil 9. Mühendislik tasarım süreci ile tanışma

İkinci hafta ilk olarak öğrenciler tüm süreç boyunca çalışmalarını grup içinde gerçekleştirecekleri için gruplar belirlenmiştir. Gruplar oluşturulurken öğrenciler gruplara rastgele olarak atanmış ve 4 kişilik 3 öğrenci grubu oluşturulmuştur. Sınıf oturma düzeni grup çalışmasına olanak vermediği için, 4 kişilik gruplara uygun olarak sınıf düzenlemesi yapılmıştır. Şekil 10'da oturma düzeni görülmektedir.



Şekil 10. Sınıf oturma düzeni

İkinci hafta başlayan etkinlikler boyunca öğrenciler çalışmalarını 2 ders saati ard arda olacak şekilde gerçekleştirmişlerdir. Rahat ve esnek bir çalışma ortamı sunmak amacı ile öğrencilere ders sırasında serbest hareket edebilecekleri, farklı gruplar ile iletişime geçebilecekleri, temel ihtiyaçları için mola verebilecekleri araştırmacı tarafından belirtilmiştir. Öğrenciler her günün sonunda o gün yapılan etkinlikler ile alakalı olarak günlüklerini doldurmuşlardır. Her hafta bir önceki haftanın kısa bir hatırlatması yapılmış, yeni adım için öğrenciler bilgilendirilmiştir. Uygulamanın son haftasında ise öğrencilere STEM Tutum ölçeği son test olarak uygulanmıştır. Araştırmanın nitel veri kaynakları arasında olan görüşmeler ise uygulama sonunda, nitel çalışma grubundaki 6 öğrenciye uygulanmıştır. Tüm uygulama boyunca uygulayıcı konumundaki araştırmacı, her etkinlik için kısa gözlem notları almış, daha sonradan bu notlarını genişletmiştir.

Araştırma için geliştirilen mühendislik tasarım süreci dokümanının uygulanışı, aşağıda belirtilen adımlar çerçevesinde gerçekleştirilmiştir. Öğrencilere mühendislik tasarım sürecinin adımlarının isimleri dokümanın başında verilmemiş, yapılan etkinlikler sonucunda öğrencilerin adımları keşfetmeleri amaçlanmıştır.

1. Problemin ve ya ihtiyacın belirlenmesi: Mühendislik tasarım sürecinin ilk basamağı olan bu adım için 3 farklı etkinlik hazırlanmıştır. Yapılan etkinliklerde öğrencilerin tasarım sürecinin problemi belirleme ile başladığını keşfetmeleri, çevrelerindeki problem durumlarının farkına varmaları ve adımın sonunda günlük hayatta karşılaştıkları kendi tasarım problemlerini belirlemeleri amaçlanmıştır. Bu adım için hazırlanan bir etkinlik örneği Şekil 11'de verilmiştir.

2.ETKİNLİK: PROBLEMİ TANIMLIYORUM




**NORVEÇ'E DEV AYNALARDAN
KIŞ GÜNEŞİ**

Norveç'in başkenti **Oslo**'nun 150 kilometre batısında yer alan **Rjukan** kasabası sakinleri yılda **6 ay boyunca** güneşin yüzünü dahi göremiyorlar. Güneşe hasret kalan kasabanın etrafı yüksek dağlarla çevrili ve kasaba tam olarak vadi tabanında kalıyor; bu yüzden de yılın büyük bir bölümü doğrudan güneş ışığı alamıyor.

Artık bu soruna bir son vermek gerektiğini düşünülen Rjukan kasabası sakinleri için zekice bir çözüm bulundu. Kasabanın tam karşısındaki tepenin en yüksek noktasına dev aynalar yerleştirildi. Proje çerçevesinde her biri 17 metre karelik üç ayna, helikopterle şehir merkezinin üzerindeki dağa yerleştirildi. Bilgisayarlar tarafından kontrol edilen eğimli aynalar, kasabanın ana meydanına ışık getirmek için güneşi takip ediyor. Kasaba sakinleri artık güneşli günlerin tadını çıkarıyorlar.

"Peki bu fikir bunca zaman neden kimsenin aklına gelmedi?" diye sorabilirsiniz. Aslında gelmiş. Kasabaya güneşin nasıl getirilebileceği sorusu ilk olarak Norveç'li mühendis ve sanayici **Sam Eyde** tarafından 100 yıl önce düşünülmüş. Fakat o zamanlar, yeterli teknoloji mevcut olmadığı için, bu fikir hayata geçirilememiş. Bunun yerine, Rjukan sakinlerini kente bitişik dağın üstündeki kış güneşine ulaştırmak için bir teleferik kurulmuş.

Şimdilerde Rjukan kasabası sakinleri güneşin tadını rahatlıkla çıkarabiliyorlar. Bu akıllıca fikri ortaya atan ilk kişi olan ve 1907'de karanlık vadiye hidroelektrik fabrikası inşa eden **Norsk Hydro**'nun kurucularından **Sam Eyde**'i ise şükranla anıyorlar.

✓ *Şimdi sıra sizde!*

<p>Bu tasarımı başlatan problem durumunu ya da ihtiyacı tanımlayabilir misin?</p>	
<p>Kasabalıların problemi çözülebilecek nitelikte bir problem miydi? Neden?</p>	


Şekil 11. Problemin/ihtiyacın belirlenmesi adımına yönelik hazırlanan etkinlik örneği

2. Probleme yönelik ihtiyacın araştırılması: Birinci adımın sonunda kendi tasarım problemlerini belirleyen gruplar, problemlerinin çözümü için neleri bildikleri ve neleri bilmedikleri konusunda grup içerisinde fikir alışverişinde bulunmuşlardır. Daha sonra öğrenciler güvenilir veri kaynakları hakkında bilgilendirilmiş ve 'Bilgi kaynaklarının güvenilirliğini sorguluyorum' adlı etkinlik yapılmıştır. Sonrasında kriter ve sınırlılık kavramları hakkında hazırlanan 'Problemimi sınırlıyorum, kriterlere göre düşünüyorum'

adlı etkinlik yapılarak, problemi sınırlamanın ve kriter belirlemenin araştırmanın kolaylığı ve problemin çözümü açısından önemini öğrencilere kavratmak amaçlanmıştır. Araştırma yapmak üzere okulun bilgisayar laboratuvarına yönlendirilen öğrenciler, problemlerine yönelik ihtiyaçları araştırmışlar, tasarım problemlerinin kriter ve sınırlılıklarını belirlemişlerdir.

3. *Olası çözümlerin araştırılması ve geliştirilmesi:* Bu aşamada öğrenciler problemlerinin çözümü için grup içinde tartışarak fikirler öne sürmüşlerdir. Farklı çözüm önerilerinin yaratılması amacı ile 'Beyin fırtınası yapıyorum' ve 'Fikirlerimi paylaşıyorum' adlı iki etkinlik yapılmış, grup içinde paylaşılan fikirler doğrultusunda problemlerine yönelik ürettiğiniz çözüm önerilerini sıralanmış ve gerekli olabilecek araç-gereç ve malzemeleri listelenmiştir. Bu adımın sonunda öğrenciler ön tasarım çizimlerini yapmışlardır.

4. *En uygun çözümün belirlenmesi:* Öğrenciler çözüm önerilerinin benzer ve farklı yönlerini belirlemişler, fikirleri içinden en uygun çözümü seçmek için yapacak oldukları Şekil 12'de verilen örnek bir karar tablosunu incelemişler ve ardından kendi karar tablolarını yaparak en uygun çözümü seçmişler ve neden bu fikri seçtiklerini açıklamışlardır.



Mühendisler, en uygun çözüme karar verebilmek için bazı tablolar kullanırlar. Aşağıda, probleminize en uygun çözüme karar verebilmeniz için örnek bir tablo verilmiştir. Siz de kendi sınırlılık ve kriter sayınıza ve çözüm önerilerinize göre bir tablo yaparak, oluşturduğunuz tabloda çözüm öneriniz var olan kriteri ve sınırlılığı karşılıyorsa artı(+), karşılamıyorsa eksi(-) işareti koyunuz.

ÖRNEK ÇÖZÜM ÖNERİSİ KARAR TABLOSU

	1.KRİTER:	2.KRİTER:	3.KRİTER:
1.ÇÖZÜM ÖNERİSİ:	+	+	+
2.ÇÖZÜM ÖNERİSİ:	-	+	+
3.ÇÖZÜM ÖNERİSİ	-	-	+

	1.SINIRLILIK	2.SINIRLILIK	3.SINIRLILIK
1.ÇÖZÜM ÖNERİSİ	+	-	+
2.ÇÖZÜM ÖNERİSİ	+	+	-
3.ÇÖZÜM ÖNERİSİ	+	-	+

Şekil 12. Örnek karar tablosu

5. *Prototipin yapımı ve test edilmesi:* Bu aşamada öğrenciler tasarım yapım aşamasında geçmeden önce verdikleri karar doğrultusunda tasarım çizimlerini yapmışlardır. Öğrenciler kendi grupları ile birlikte tasarım kararlarına yönelik prototiplerini gerçekleştirmeye çalışmışlar, hazırladıkları prototipleri test etmişler ve test sonuçlarını kaydetmişlerdir. Yapılan testlere bağlı olarak tasarımlarında gerekli iyileştirmeleri yapmışlardır. Bu aşamada her adım için verilen 40+40 dk lık süre tasarımı oluşturma ve deneme için yeterli olmamış, ders saati dışında aynı gün bir 40 dk lık süre daha öğrencilere verilmiştir.

6. *Çözümün paylaşılması:* Prototiplerini tamamlayan ve test eden gruplar, tasarımlarını işbirliği içerisinde hazırladıkları poster yardımı ile sunmuşlardır. Öğrenciler posterlerini sınıftaki diğer öğrenci grupları ile paylaşmışlar ve arkadaşlarından dönütler almışlardır. Bu aşama 40 dk sürmüştür. Ardından son aşamaya geçilmiştir.

7. *Yeniden tasarlama:* Gruplar tasarımlarını sınıfta paylaştıktan sonra aldıkları dönütler doğrultusunda tasarımlarında değiştirmek istedikleri noktalar var ise bunlar hakkında fikir alışverişinde bulunmuşlardır.

3. 3. 2. 1. Etik, Geçerlik ve Güvenirlik

Araştırmada uygulama öncesinde öncelikle Karadeniz Teknik Üniversitesi Etik Kurulu'ndan (EK-6) ve Trabzon Valiliği İl Milli Eğitim Müdürlüğü'nden (EK-1) gerekli resmi izinler alınmıştır.

Geçerlik ve güvenirlilik kavramları, sonuçların inandırıcılığı temel fikri üzerine kuruludur (Neuman, 2006). Bir araştırmada geçerlik, ulaşılan araştırma sonuçlarının doğruluğunu; güvenirlilik ise tekrarlanabilirliğini yansıtır (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Araştırmacılar yaptıkları çalışma ile ilgili olarak kişisel ön yargılarını ve kabullerini, varsayımlarını ve eğilimlerini açıklamak zorundadırlar (Merriam, 2013). Araştırma kapsamında hem nitel hem de nicel yaklaşımlar kullanıldığı için geçerlik ve güvenirliliğe hem nicel boyutta hem de nitel boyutta değinilmiştir.

Yıldırım ve Şimşek (2008), nicel araştırma kapsamında geçerlik ve güvenirliliğin sağlanmasına yönelik çabaların detaylı şekilde tanımlanmış prosedürler doğrultusunda gerçekleştiğini ifade etmektedir. Bu araştırmanın nicel bölümü ile ilgili geçerlik ve güvenirlilik çalışmaları ve STEM Tutum Ölçeği başlığı altında açıklanmıştır. Nitel araştırmalarda ise geçerlik ve güvenirlilik ilkeleri nicel araştırmalardan farklı bir şekilde uygulanmaktadır (Neuman, 2006). Nitel araştırmalar için nicel araştırmalarda kullanılan iç geçerlik, dış geçerlik, iç güvenirlilik ve dış güvenirlilik kavramları yerine sırasıyla inandırıcılık, aktarılabilirlik, tutarlılık ve teyit edilebilirlik kavramlarının kullanılabilir (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Merriam (2013) ise iç güvenirlilik, dış güvenirlilik ayırımına gidilmeksizin

güvenirlik kavramı yerine tutarlılık ifadesi kullanılmıştır. Araştırmanın nitel bölümüne yönelik olarak geçerlik ve güvenilirliğin sağlanması adına yapılan çalışmaların açıklamaları da bu doğrultuda verilmiştir. Araştırmanın inandırıcılığı (iç geçerlik) adına doküman incelemesi, gözlem, günlük ve görüşme olmak üzere çoklu veri toplama yöntemi kullanılarak veri çeşitlenmesine gidilmiştir. Turgut (2005), araştırmalarda aktarılabilirlik (dış geçerlik) adına veri analiz süreci ve oluşturulan yapının detaylı şekilde ortaya konulmasının gerekli olduğunu belirtmiştir. Merriam (2013) ise nitel araştırmalarda dış geçerliğin sağlanabilmesi için maksimum çeşitlilik örnekleme ve zengin ve sık betimlemeler yapmayı önermektedir. Bu doğrultuda araştırmada yapılan veri analiz süreci ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Ayrıca araştırmanın yöntemi detaylı olarak açıklanmış ve toplanan veriler betimsel analiz yöntemiyle doğrudan alıntılarla verilmiştir. Araştırmanın tutarlılığı (güvenirlik) doğrultusunda ise yürütülen araştırma dahilinde veri toplama süreci ve yapılan analizler ayrıntılı şekilde kaydedilmiştir. Ayrıca verilerin analizi araştırmacı tarafından geriye dönük olarak karşılaştırmalar yapılarak elde edilmiş ve farklı zamanlarda yapılmıştır. Bu durum da araştırmanın güvenilirliğine kanıt olarak gösterilebilir.

3. 4. Verilerin Analizi

Araştırmada karma yöntem araştırma modeli esas alındığından bu bölümde nicel ve nitel verilerin analizi 2 başlık altında sunulmuştur.

3. 4. 1. Nicel Verilerin Analizi

Araştırmada STEM entegrasyonu kapsamında hazırlanan etkinliklerin öğrencilerin STEM tutumlarına etkisini belirlemek amacı ile nicel veriler kullanılmıştır. Nicel verilerin analizinde kullanılacak istatistiğe karar vermeden önce parametrik ve nonparametrik testlerin varsayımları incelenmiştir. Parametrik bir test kullanılarak analizlerin yapılabilmesi, verilerin rassal ve bağımsız olarak elde edilmesine, verilerin normal dağılıma sahip olmasına, en az interval ölçek kullanılmasına, ana kitle varyanslarının homojen olmasına bağlıdır. Bu gibi ek koşullar parametrik testlerin kullanılmasını gerekli kılar. Eğer veriler, parametrik testleri kullanma koşullarını karşılayamaz ise içerisinde katı varsayımların olmadığı nonparametrik testler analizlerde kullanılabilir (Karagöz, 2010). Araştırmanın çalışma grubunun küçük olması durumunda istatistiklerin örnekleme dağılımı normale yaklaşamaz. Bu gibi durumlarda nonparametrik tekniklere ihtiyaç duyulur (Kartal, 2014). Araştırmalarda kullanılacak test tekniklerinin seçiminde gerekli koşulların neler olduğu ve toplanan verilerin bu koşullara uygunluğunu iyi bilinmelidir. Eğer bu tür

koşulların araştırmada sağlanıp sağlanmadığı bilinmiyor ise, verilerin analizinde nonparametrik testlerin kullanılması araştırma için daha güvenli olacaktır (Kalaycı, 2006).

Araştırmada veri analizine karar vermek adına öğrencilerin ön test ve son test puanlarının dağılımının normalliği analiz edilmiştir. Yapılan analiz sonucunda $p < .05$ olduğundan verilerin normal dağılım göstermediği sonucuna varılmıştır. Bu bağlamda çalışma kapsamında uygulanan etkinliklerin öğrencilerin STEM tutumlarına etkisini belirlemek amacı ile normallik testi sonucu ve gruptaki veri sayısı göz önüne alınarak ($n < 30$) öğrencilerin STEM tutum ölçeğinden almış oldukları ön-test ve son-test puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek için Wilcoxon işaretli sıralar testi yapılmıştır. Veriler normalden uzak olduğu durumlarda parametrik bir test olan bir grupta t testine alternatif olarak uygulanmakta olan bir testtir (Akgül ve Çevik, 2003). Nicel verilerin analizinde SPSS istatistik programı kullanılmıştır.

Nicel verilerin analizi sonucu elde edilen sonuçlar bulgular bölümünde tablolar halinde ayrıntılı olarak verilmiştir.

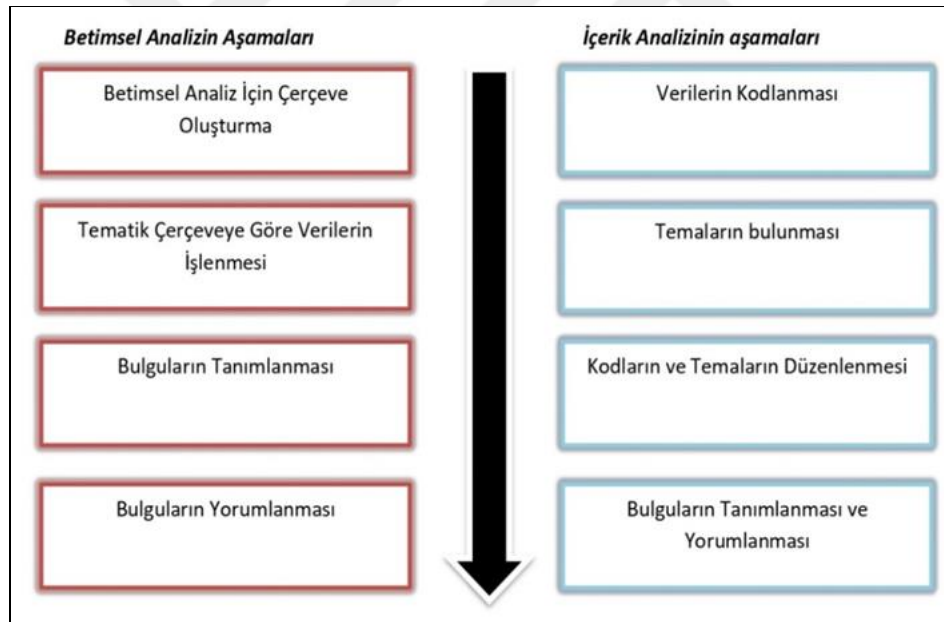
3. 4. 2. Nitel Verilerin Analizi

Nitel veri analizi, araştırmacının toplanan verileri bir düzene koyduğu, birimlere ayırdığı, sentezlediği, araştırmadaki önemli değişkenleri fark ettiği ve hangi bilgileri sonuca yansıtacağına karar verdiği bir süreç olarak karşımıza çıkmaktadır (Bogdan ve Biklen, 2007). Araştırmacılar yaptıkları nitel araştırmalarda, toplamış oldukları veriler içindeki saklı bilgiyi açığa çıkarmaya çabalamaktadır (Özdemir, 2010). Literatürde nitel veri analiz türleri konusunda farklı yaklaşımlar bulunmaktadır (Leech ve Onwuegbuzie, 2007; Silverman, 2001; Strauss ve Corbin, 2008).

Glesne (2013), nitel veri analizini, yaşanan deneyimin ve bu deneyimden öğrenilenlerin anlaşılması için; görülenlerin, duyulanların, okunanların düzenlenmesi olarak tanımlamış ve bu doğrultuda farklı yaklaşımların kullanılabilceğini belirtmektedir. Fakat bu farklı yaklaşımların beraberinde getirdiği sürecin nasıl yürütüleceğine yönelik belirsizlik nitel veri analizine yönelik en yaygın eleştiri konusu olmuştur (Neuman, 2006). Bu eleştirilerin ortadan kalması kullanılan çözümlene yaklaşımının sistematik, disiplinli, şeffaf ve tanımlanabilir olmasına bağlıdır (Punch, 2005). Bu doğrultuda nitel veri analizi sürecini sistematik adımlar çerçevesinde ortaya koyan yaklaşımlar bulunmaktadır (Mayring, 2011). Yıldırım ve Şimşek (2008) bu yaklaşımları, araştırmacının kavramsal yapısının önceden açık bir şekilde ortaya koyulduğu durumlarda kullanılan analiz yöntemi olan betimsel analiz ve araştırma kapsamında önceden belli olmayan temaların ve boyutların ortaya çıkarılmasında kullanılan içerik analizi olarak iki grupta sınıflandırmıştır.

Bu araştırmada Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM) eğitimi temelinde hazırlanan etkinliklerin öğrencilerin mühendislik tasarım sürecini uygulama becerilerini nasıl etkilediğini açığa çıkarmak amacı ile toplanan verilerin analizinde, betimsel analiz ve içerik analizi kullanılmıştır. Betimsel analiz, farklı veri toplama araçları ile toplanmış verilerin araştırma kapsamında önceden oluşturulan belli temalara göre yorumlanmasını içeren bir nitel veri analiz yöntemidir. Betimsel analizde araştırmacı gözlemlemiş ve ya görüşme yapmış olduğu kişilerin düşüncelerini en doğru şekilde ortaya koyabilmek adına doğrudan alıntılara bolca yer verebilmektedir. Betimsel analizde temel amaç toplanan verilerden elde edilen bulguların okuyucuya özetlenmiş şekilde ve yorumlanarak sunulmasıdır (Yıldırım ve Şimşek, 2008). İçerik analizi ise yazılı ve görsel verilerin analizine dayanan bir yöntemdir. Bu yöntemde ilk olarak araştırmacı araştırma konusu ile alakalı olarak kategoriler geliştirmektedir (Silverman, 2001).

Yıldırım ve Şimşek (2008) tarafından açıklanan betimsel analiz ve içerik analizi aşamaları Şekil 13'de sunulmuştur.



Şekil 13. Betimsel ve içerik analizinin aşamaları

Araştırmada temel veri kaynağı olarak kullanılan Mühendislik Tasarım Süreci Dokümanları, gözlem notları ve serbest öğrenci günlükleri betimsel analiz tekniği ile çözümlenmiştir. Araştırmanın nitel boyutunda temel veri kaynağı olarak kullanılan Mühendislik Tasarım Süreci Dokümanının incelenmesinde kullanılan betimsel analiz planı Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. Mühendislik Tasarım Süreci Dokümanının Betimsel Analizi İçin Oluşturulan Plan

Adımlar	Etkinliklerde Yer Alan Unsurlar	Öğrencilerden Beklenen Yeterlilikler
1.Problemin/ ihtiyacın belirlenmesi	*Problemin fark edilmesi *Problemi tanımlama *Tasarım problemini belirleme	❖ Tasarım sürecinin bir problem durumu ile başladığını belirleyebilme ❖ Çevresinde olan problem durumlarını tanımlayabilme ❖ Bir problem durumunu farkedebilme ve ortaya koyabilme
2.Probleme yönelik ihtiyacın araştırılması	*Güvenilir veri kaynaklarına ulaşma *Araştırma yapma *Kriter ve sınırlılıkları belirleme	❖ Bilgi kaynaklarının güvenilirliğini sorgulayabilme ❖ Problemlerine yönelik kriter ve sınırlılıkları belirleyebilme
3.Olası çözümlerin araştırılması ve geliştirilmesi	*Beyin fırtınası yapma *Sınıf içinde tüm fikirlerin paylaşılması *Araç-gereç ve malzeme belirleme *Ön tasarım çizimleri yapma	❖ Problemlerine yönelik uygun çözüm önerileri geliştirebilme ❖ Problem çözümüne yönelik taslak çizimleri yapabilme
4.En uygun çözümün belirlenmesi	*Karar tabloları	❖ Grup içerisinde çözüm önerilerinin farklı ve ortak yönlerini belirleyebilme ❖ Çözüm önerilerinin kriter ve sınırlılıklara uygunluğunu tespit etmek için karar tablolarını hazırlayabilme ❖ En uygun ortak çözüme karar verebilme ❖ Karar verdikleri çözüm önerisini dayanaklandırabilme
5.Prototipin yapımı ve test edilmesi	*Tasarım çizimleri *Prototipin yapımı *Prototipin test edilmesi *Test sonuçlarının kaydedilmesi	❖ Tasarım çizimlerine uygun prototipi geliştirebilme ❖ Test sonuçlarını tablo ve ya grafikte kaydedebilme ❖ Grup içerisinde prototipin iyileştirilmesine yönelik fikirler sunabilme
6.Çözümün paylaşılması	*Poster hazırlama	❖ Tasarımını tüm süreçleri ile birlikte açıklayabilme ❖ Tasarımını verilere dayanarak savunabilme
7.Yeniden tasarlama	*Tasarımı yeniden tasarlama	❖ Tasarımın yeniden gözden geçirilerek iyileştirmelerin yapılabilmesi

Mühendislik tasarım süreci dokümanının analizi, her bir tasarım adımı için ayrı olarak ele alınarak Tablo 7’de açıklanan plan dahilinde yapılmıştır. Süreç sonunda yapılan görüşmeler ise içerik analizine tabi tutulmuştur. Araştırmada kullanılan veri analiz yöntemlerine genel bir bakış açısı ile bakmak amacı ile Tablo 8 düzenlenmiştir.

Tablo 8. Araştırmada Kullanılan Veri Toplama Araçlarının Analizinde Kullanılan Yöntemler

Araştırmada kullanılan veri toplama araçları	Kullanılan analiz yöntemi
STEM Tutum Ölçeği	Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi
Mühendislik Tasarım Süreci Dokümanları Serbest Öğrenci Günlükleri Gözlem notları	Betimsel Analiz
Görüşme formu	İçerik Analizi



4. BULGULAR

Araştırmanın bu bölümünde; nicel ve nitel veri toplama araçları kullanılarak elde edilen STEM'e yönelik tutumlarına ve mühendislik tasarım sürecini kullanma becerilerine ilişkin bulgulara yer verilmiştir.

4. 1. Öğrencilerin STEM'e Yönelik Tutumlarına İlişkin Bulgular

STEM entegrasyonu kapsamında hazırlanan etkinliklerin 5. sınıf öğrencilerinin STEM tutumlarına etkisinin nasıl olduğunu ortaya koymak amacı ile öğrencilere uygulama öncesi öntest ve uygulama sonrası sontest olarak STEM tutum ölçeği uygulanmış olup, öğrencilere ait öntest ve sontest puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek için Wilcoxon işaretli sıralar testi yapılmıştır. Gerçekleştirilen analiz sonuçları Tablo 9 ile sunulmuştur.

Tablo 9. STEM Tutum Ölçeğine Yönelik Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Ölçeğin Alt Boyutları	N	Sıra Ortalaması	Z	p
Son matematik-ön matematik	Negatif	1		
	Pozitif	11	1,00	2,989 0,003
	Eşit	0	7,00	
	toplam	12		
Son fen-ön fen	Negatif	0		
	Pozitif	11	,00	2,943 0,003
	Eşit	1	6,00	
	toplam	12		
Son mühendislik-ön mühendislik	Negatif	0		
	Pozitif	11	,00	2,950 0,003
	Eşit	1	6,00	
	toplam	12		
Son 21.yy becerileri-ön 21.yy becerileri	Negatif	2		
	Pozitif	10	1,50	2,826 0,005
	Eşit	0	7,50	
	toplam	12		
Son tüm test-ön tüm test	Negatif	0		
	Pozitif	12	,00	3,063 ,002
	Eşit	0	6,50	
	toplam	12		

Tablo 9'da belirtildiği üzere matematik, fen ve mühendislik alt boyutlarında ön teste göre son test puanını yükselten öğrenci sayısı 11 iken, 21. yüzyıl alt boyutunda ise ön teste göre son test puanını yükselten öğrenci sayısı 10 olarak görülmekte, ayrı ayrı her boyutta sonucun son test ölçümleri lehine anlamlı olduğu, tüm ön test ve son test

ölçümlerine bakıldığında da STEM tutumlarına yönelik son test ölçümleri lehine istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılık olduğu görülmektedir ($Z = 3,063$, $p < .05$).

4. 2. Öğrencilerin Mühendislik Tasarım Süreci Uygulama Becerilerine İlişkin Bulgular

Yapılan etkinlikler süresince 5. sınıf öğrencilerinin mühendislik tasarım sürecini uygulama becerilerinin nasıl değiştiğinin araştırıldığı araştırmanın nitel boyutunda çalışma grubundaki 6 öğrencinin süreç boyunca sergilediği performanslar değerlendirilmiştir. Öğrencilerin araştırmada kullanılan adları Berk, Ece, Ali, Azra, Aylin ve Ayça şeklinde isimlendirilmiştir. Bu bölümde mühendislik tasarım sürecine ait bulgular ile süreç sonunda öğrencilerle yapılan görüşmelere ait bulgular ayrı başlıklar altında sunulmuştur.


4. 2. 1. Mühendislik Tasarım Sürecine Ait Bulgular

Bu bölümde yapılan etkinliklerin öğrencilerin mühendislik tasarım sürecini uygulama becerilerini nasıl değiştirdiğini incelemek amacı ile uygulanan mühendislik tasarım süreci dokümanları, yapılan gözlemlere ilişkin notlar ve serbest öğrenci günlüklerine ait bulgular sunulmuştur.

4. 2. 1. 1. Berk ve Ece'nin Grubunun Mühendislik Tasarım Sürecine Ait Elde Edilen Bulgular

4. 2. 1. 1. 1. Problem ya da İhtiyacın Belirlenmesine Yönelik Bulgular

Bu adımda öğrencilerden tasarım sürecinin bir problem durumu ile başladığını belirleyebilme, çevresinde olan problem durumlarını tanımlayabilme ve adımın sonunda grup içerisinde kendi problem durumlarını ortaya koyabilmeleri beklenmektedir. Bu doğrultuda ilk önce öğrencilerle Şekil 14'te verilmiş olan 'Bir problem mi var?' adlı etkinlik yapılmıştır.



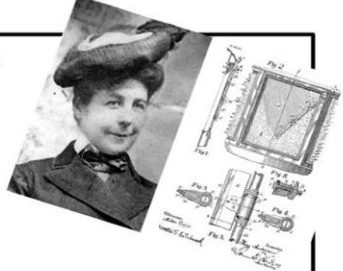
1.ETKİNLİK:BİR PROBLEM Mİ VAR?

Yağışlı bir havada sürücülerin görüşlerinin azalması oldukça zor ve tehlikelidir. Peki bu tehlikeden sürücüleri koruyan nedir?

Tabi ki cam sileceği! Peki hayatımızı bu kadar kolaylaştıran bu icadı kim bulmuştur biliyor musunuz?

Cam sileceğini icat eden kadın mucit Mary Anderson'dır.

Mary Anderson, bir gün New York'a giden bir tramvaydayken sürücünün yağmurlu bir havadan dolayı görüşü azaldığı için camı açık bir şekilde aracı sürdüğünü gözlemlemiştir. Bu durumun sakıncalarını düşünen Mary Anderson arabaların yağmurlu havalarda ön camı temiz tutması için el ile çalıştırılabilen bir araç yapmaya karar vermiştir. Ve cam sileceğini tasarlamıştır. Sürücüler için oldukça kullanışlı olan bu icadın patentini almak ne yazık ki o kadar kolay olmamıştır. Cam sileceği sürücülerin dikkatini dağıtabileceği düşüncesiyle çoğu kez reddedilse de icat 1903 yılınca patentini almayı başarmıştır. Daha sonra Anderson'un bu icadı oldukça popüler olmuştur.



✓ Şimdi sıra sizde!

Sizce Mary Anderson'u bu tasarımı yapmaya iten nedir?	Sizce bu tasarımın yapım süreci hangi adımla başlamıştır?
---	---

Şekil 14. Problemin/ihtiyacın belirlenmesine yönelik yapılan 1. etkinlik

Öğrencilerin, tasarım sürecinin bir problem durumu ile başladığını belirleyebilmesi adına yapılan etkinlikte, etkinlik sonunda yer alan soruların tüm sınıfça tartışılması gerçekleşmiştir. Bu basamakta sınıf içinde yapılan gözlemler ve öğrencilerin etkinlik süresince vermiş olduğu cevaplar neticesinde Berk ve Ece'nin grubunun tasarımın yapım sürecinin problemi fark etmekle başladığını belirleyebildikleri görülmektedir. Yapılan etkinlik sonrasında var olan problem durumlarını tanımlayabilmek adına hazırlanan 2. etkinliğe geçilmiştir. 'Problemi Tanımlıyorum' adlı 2. etkinlik Şekil 15'te verilmiştir.

2.ETKİNLİK: PROBLEMİ TANIMLIYORUM




**NORVEÇ'E DEV AYNALARDAN
KIŞ GÜNEŞİ**

Norveç'in başkenti **Oslo**'nun 150 kilometre batısında yer alan **Rjukan** kasabası sakinleri yılda **6 ay boyunca** güneşin yüzünü dahi göremiyorlar. Güneşe hasret kalan kasabanın etrafı yüksek dağlarla çevrili ve kasaba tam olarak vadi tabanında kalıyor; bu yüzden de yılın büyük bir bölümü doğrudan güneş ışığı alamıyor.

Artık bu soruna bir son vermek gerektiğini düşünülen Rjukan kasabası sakinleri için zekice bir çözüm bulundu. Kasabanın tam karşısındaki tepenin en yüksek noktasına dev aynalar yerleştirildi. Proje çerçevesinde her biri 17 metre karelik üç ayna, helikopterle şehir merkezinin üzerindeki dağa yerleştirildi. Bilgisayarlar tarafından kontrol edilen eğimli aynalar, kasabanın ana meydanına ışık getirmek için güneşi takip ediyor. Kasaba sakinleri artık güneşli günlerin tadını çıkarıyorlar.

"Peki bu fikir *bunca zaman neden kimsenin aklına gelmedi?*" diye sorabilirsiniz. Aslında gelmiş. Kasabaya güneşin nasıl getirilebileceği sorusu ilk olarak Norveç'li mühendis ve sanayici **Sam Eyde** tarafından 100 yıl önce düşünülmüş. Fakat o zamanlar, yeterli teknoloji mevcut olmadığı için, bu fikir hayata geçirilememiş. Bunun yerine, Rjukan sakinlerini kente bitişik dağın üstündeki kış güneşine ulaştırmak için bir teleferik kurulmuş.

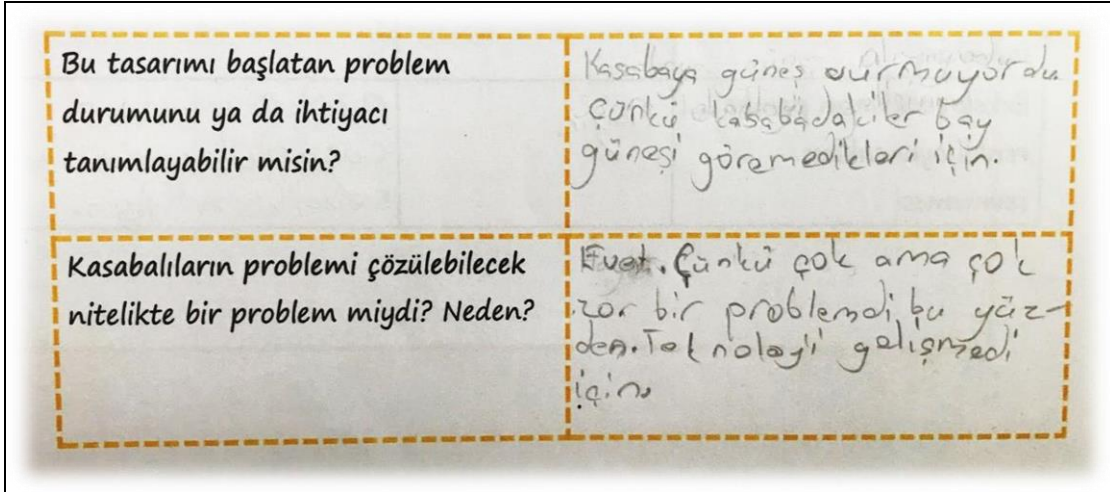
Şimdilerde Rjukan kasabası sakinleri güneşin tadını rahatlıkla çıkarabiliyorlar. Bu akıllıca fikri ortaya atan ilk kişi olan ve 1907'de karanlık vadiye hidroelektrik fabrikası inşa eden **Norsk Hydro**'nun kurucularından **Sam Eyde**'i ise şükranla anıyorlar.

✓ *Şimdi sıra sizde!*

<p><i>Bu tasarımı başlatan problem durumunu ya da ihtiyacı tanımlayabilir misin?</i></p>	
<p><i>Kasabalıların problemi çözülebilecek nitelikte bir problem miydi? Neden?</i></p>	

Şekil 15. Problemin/ihtiyacın belirlenmesine yönelik yapılan 2. Etkinlik

Tasarımı başlatan noktanın problemi belirleyebilme olduğunu keşfeden Berk ve Ece'nin grubunun 2. etkinlik sonucunda vermiş olduğu cevaplar Şekil 16'da verilmiştir.

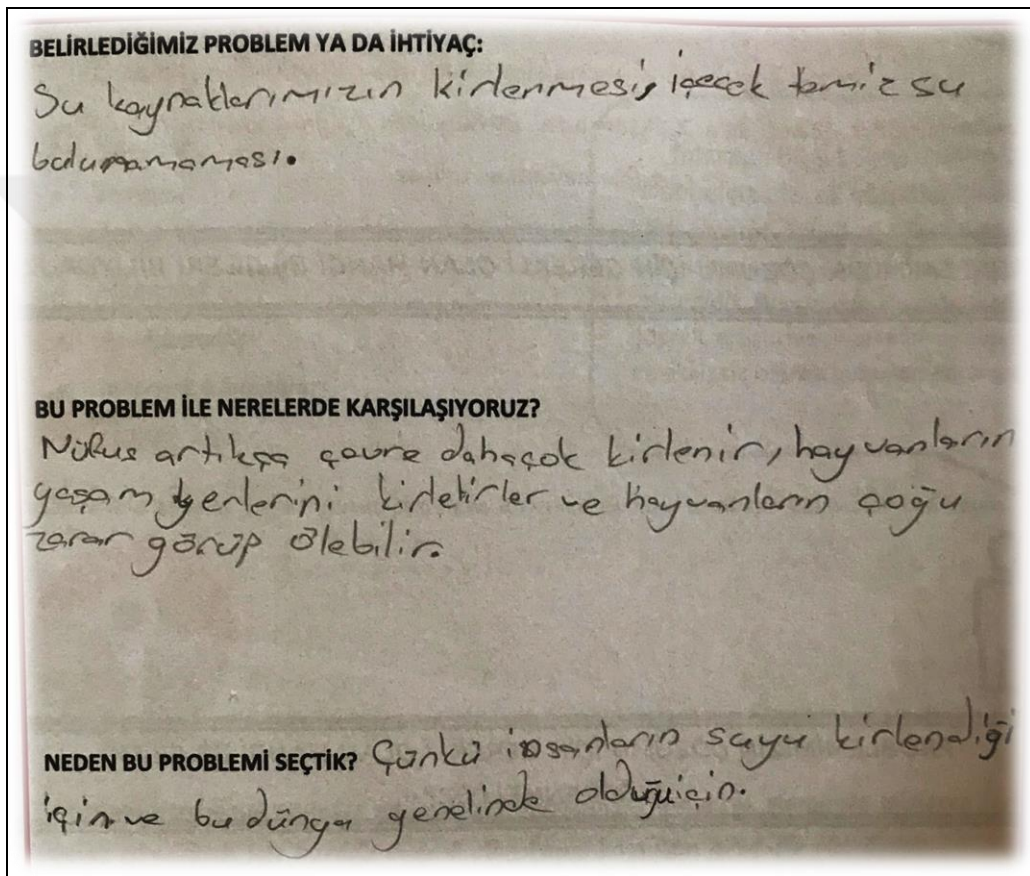


Şekil 16. Berk ve Ece'nin grubunun problemin belirlenmesine yönelik hazırlanan 2. etkinliğe vermiş oldukları cevaplar

Berk ve Ece'nin 2. etkinlik sonucunda verdiği cevaplar incelendiğinde; verilen olay içerisindeki problem durumunu fark edebildikleri ve gözlemler süresince sınıf tartışmaları sonucunda var olan problem durumlarını tanımlayabildikleri görülmektedir. Ayrıca bu etkinlik sonucunda Berk ve Ece'nin grubu problemin çözümünde teknolojinin ve günün şartlarının önemini belirtmişlerdir. Daha sonra öğrencilerin çevrelerinde fark ettikleri durumların problem durumu olup olmadıklarını fark edebilmeleri, tasarım problemi kavramından ne anladıklarını belirleyebilmek adına 'Hangisi Problem?' adlı 3. etkinliğe geçilmiştir. Etkinlikte verilen durumları problem olarak nitelendirip nitelendirmedikleri ve düşüncelerini dayanaklandırmaları beklenmiştir. Bu durumlarından bir kaçına değinilecek olursa; Berk ve Ece'nin grubu 'Kışın karda ayakkabılarımızın kayması' durumunu bir problem olarak ifade ederken, neden bu şekilde düşündüklerini şu şekilde ifade etmişlerdir: 'Çünkü yerler buz tutuyor, biz de bu sebeple yere düşebiliyoruz. Bu yüzden bu bir problemdir.' Ayrıca Berk ve Ece'nin grubu bu problemin çözümü noktasında daha önce Fen Bilimleri dersinde işlemiş oldukları sürtünme kuvveti kavramından yola çıkmışlar ve problemin çözümünün olabileceğini belirtmişlerdir. Öğrencilere verilen başka bir durum olan 'Okulumuza evden getirdiğimiz yiyeceklerin soğuması' olayını Berk ve Ece'nin grubu bir problem olarak nitelendirmiş, neden bu şekilde düşündüklerini ise okulun evden uzak olması şeklinde açıklamışlardır. Yaptıkları açıklamaya bakıldığında öğrencilerin bu problemin çözümü noktasında dayanaklandırma yapamadıkları görülmektedir. 'Kışın havanın erken kararması' adlı verilen başka bir durumunu da Berk ve Ece'nin grubu normal bir durum olarak nitelendirip, bir problem olarak görmemişlerdir. Genel olarak bakıldığında gruptaki öğrencilerin çevrelerinde olan durumları problem olarak görüp görmediklerini söyleyebilmiş fakat neden bu şekilde düşündüklerini açıklamada

zorlanmışlardır. Öğrenciler çözülebilir nitelikte olan durumları problem olarak nitelendirmiş, normal olarak gördükleri durumları ise problem olarak görmemişlerdir.

Problemi belirleyebilme adına yapılan etkinlikler sonucunda öğrencilere kendi tasarım problemlerini belirlemeleri istenmiş; belirledikleri problem ile nerelerde karşılaştıkları ve seçtikleri problemi neden tercih ettikleri açıklamaları beklenmiştir. Berk ve Ece'nin grubunun 1. adım sonunda belirledikleri problem durumu ve açıklamalarına Şekil 17'de yer verilmiştir.



Şekil 17. Berk ve Ece'nin grubunun belirlemiş olduğu problem durumu

Berk ve Ece'nin grubu kendilerine verilen problem durumlarını yorumlayabilmiş, çıkarımlarda bulunabilmiş fakat etkinlikler süresince yapılan gözlemler grubun kendi problem durumlarını belirleme noktasında zorluk yaşadıklarını göstermektedir. Gruptaki öğrenciler farklı problemler ortaya koymuşlar fakat belirleyecekleri problemin çözümü noktasında gerekli bilgilere sahip olmadıklarını ifade etmişlerdir. Bu noktada Berk ve Ece'nin grubu araştırmacının önerileri ve yönlendirmelerine ihtiyaç duymuş ve bu doğrultuda Şekil 17'de verilen problem durumunu belirlemişlerdir. Mühendislik tasarım

sürecinin 1. adımı tamamlayan ve süreçle ilk kez karşılaşan öğrencilerden Ece'nin o güne ait yazmış olduğu günlüğe ait ifadeler aşağıda belirtilmiştir.

Bugün fen ve mühendislik konusu ile tanıştık. Problemlerle ilgili fikirlerimi söyledim. Arkadaşlarımızla tartıştık ve problemi belirledik. Burada biraz zorlandık. Sonuçta problemi öğrenmiş olduk (SÖG,1. HAFTA).

Problemi belirleyebilme adımı için yapılan etkinliklerin sonunda grup üyelerinden Berk de günlüğünde şu ifadeler yer vermiştir:

Bugün fen ve mühendislik konusuna başladık. Ben kendi adıma çok eğlendim ve konuyu sevdim. Problemin anlamını öğrenmiş oldum (SÖG,1. HAFTA).

Tüm bu açıklamalar doğrultusunda Berk ve Ece'nin grubunun mühendislik tasarım sürecini olumlu olarak karşıladıkları, çevrelerindeki problem durumlarını fark etmeye başladıkları görülmektedir. Ayrıca öğrencilerin kendi problem durumlarını belirleme noktasında sıkıntı yaşadıkları ve yönlendirmeye ihtiyaç duydukları belirlenmiştir.

4. 2. 1. 1. 2. Probleme Yönelik İhtiyacın Araştırılmasına Yönelik Bulgular

Mühendislik tasarım sürecinin 2. adımı olan probleme yönelik ihtiyacın araştırılmasına yönelik olarak öğrencilerden beklenen bilgi kaynaklarının güvenilirliğini sorgulayabilme ile problemlerine yönelik kriter ve sınırlılıkları belirleyebilme adına ilk olarak 1. adım sonunda belirlemiş oldukları problem durumunun çözümü için hangi bilgileri bildikleri öğrencilere sorulmuş, sonrasında grup içerisinde öğrenciler bilgilerini paylaşmışlardır. Berk ve Ece'nin grubu belirledikleri 'su kaynaklarımızın tükenmesi' problem çözümüne yönelik öğrenmeleri gereken bilgileri şu şekilde sıralamışlardır: *Suyumuzu nasıl temizleyebiliriz? Tükenmekte olan su kaynakları için ne yapmalıyız? Suyun tekrar içilebilmesi için ne yapmalıyız? Suyu hangi maddeler artırır?*

Problemlerinin çözümü için bilmeleri gereken soruları belirleyen öğrenciler, araştırma yapmaya yönlendirilmiş, bilgiye ulaşma yollarından bazıları araştırmacı tarafından sunulmuş; süre sınırlı olduğu için bilgiye ulaşma yollarından çabuk ve maliyetsiz bir yol olan internet üzerinde durulmuş ve öncelikle öğrencilere internette arama yapacakları problem durumları ile ilgili anahtar sözcükleri belirlemeleri istenmiştir. Gruptaki öğrenciler anahtar kelimeleri belirlerken önce uzun ifadeler tercih etmişler, sonrasında ise problem durumları ile ilgili 'su artımı' ve 'bitkilerin su artımındaki etkisi' adlı anahtar kelimeleri belirlemişlerdir. Güvenilir bilgi kaynakları ile ilgili olarak öğrencilerle birlikte kısa bir tartışma yapılmış, sonrasında 'Bilgi kaynaklarının güvenilirliğini sorguluyorum adlı etkinliğe geçilmiştir.

Berk ve Ece'nin grubu etkinlik sonunda kaynak ve yazarın adı yazdığı için verilen bilgiyi güvenilir bulduklarını ifade etmişlerdir. Fakat bilginin yer aldığı internet sitesinin güvenilir olup olmadığı ile ilgili bir açıklama getirememişlerdir. Yapılan gözlemlerde grup üyelerinin yalnızca sınıf tartışmasında adı geçen özelliklere dikkat ettikleri, kendilerinin farklı bir sorgulama yapmadıkları belirlenmiştir. Sonrasında Şekil 18'de verilen 'Problemimi sınırlıyorum, kriterlere göre düşünüyorum' adlı etkinliğe geçilmiştir.

2.ETKİNLİK:PROBLEMİMİ SINIRLIYORUM, KRİTERLERE GÖRE DÜŞÜNÜYORUM

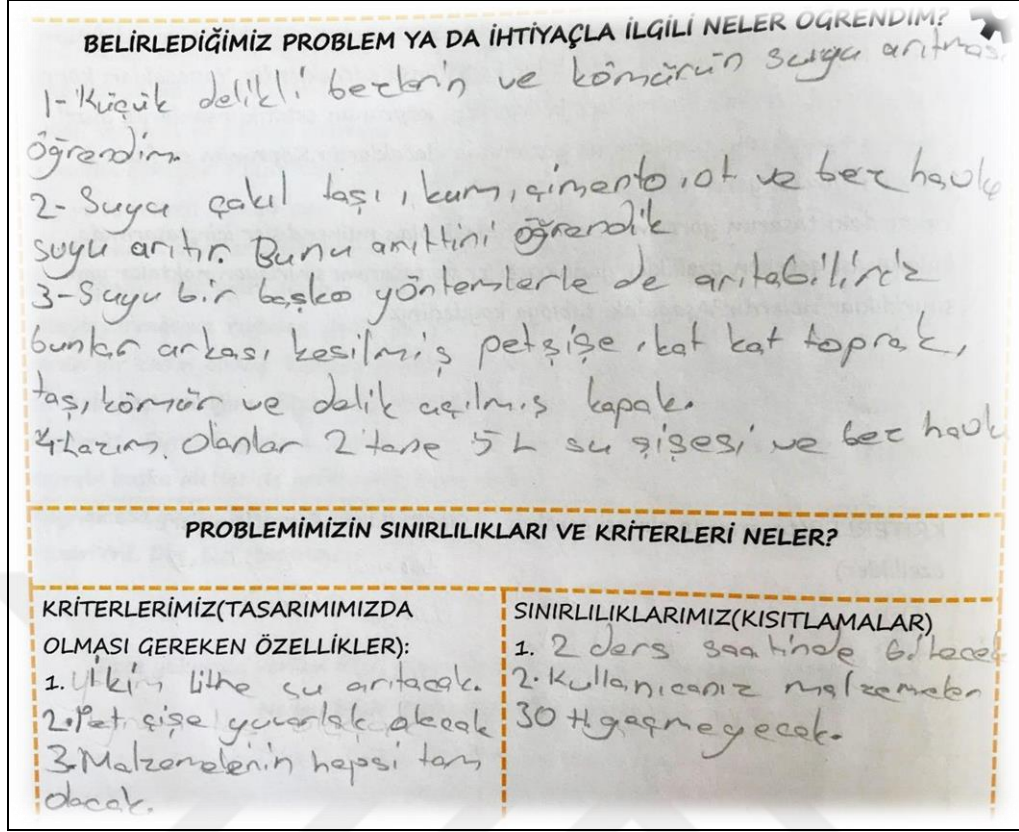
PROBLEM DURUMU: Bir grup mühendis,şehirdeki trafik problemini çözmek amacı ile 2000 metre uzunluğunda,yerden 300 metre yükseklikte ve minimum taşıma kapasitesi 2 bin ton olacak bir köprü inşa edeceklerdir. Yapacakları köprü için mühendisler belirli bir bütçe belirlerken, köprünün estetik(insanlarda güzel duygusu uyandıran) özelliğini de göz önüne alacaklardır.Köprünün en fazla 2 yılda bitirilmesi gerekmektedir.

Yukarıdaki tasarım görevini yerine getirecek olan mühendisler için;tasarımda bulunması gereken özellikler yani kriterler ve tasarımı sınırlayan noktalar yani sınırlılıklar nelerdir?Aşağıdaki tabloya kaydediniz.

KRİTERLER(tasarımda olması gereken özellikler)	SINIRLILIKLAR(kısıtlamalar)

Şekil 18. Probleme yönelik ihtiyacın araştırılmasına yönelik yapılan 2. etkinlik

Verilen etkinlik sınıfça tartışılmış, öğrencilerin ilk kez karşılaşmış oldukları kriter ve sınırlılık kavramları üzerinde durulmuştur. İlk olarak yapılan gözlemlerde grup öğrencilerinin kriter ve sınırlılık kavramını anlamada zorlandıkları tespit edilmiştir. Berk ve Ece'nin grubu yapılan etkinlikte sınırlılık/kısıtlamalar bölümüne zaman ve bütçe kavramlarını yazarken; kriter bölümüne köprünün uzunluğu, yüksekliği ve taşıma kapasitesini yazmışlardır. Daha sonra öğrenciler okulun bilgisayar laboratuvarına giderek probleme yönelik ihtiyaçlarını araştırmışlardır. Berk ve Ece'nin grubunun elde ettikleri araştırma sonuçları ve problemleri için belirledikleri kriterler ve araştırmacı tarafından öğrencilere verilen sınırlılıklar Şekil 19'da verilmiştir.



Şekil 19. Berk ve Ece'nin grubunun araştırma sonuçları ve belirlemiş oldukları kriterler

Yapılan gözlemler Berk ve Ece'nin grubunun araştırma yaparken bilgilerin güvenilir olup olmadığını farklı internet sitelerinden teyit ettikleri ve güvenilirliğe dikkat ettiklerini göstermektedir. Fakat öğrencilerin probleme yönelik kriterleri belirleme noktasında eksiklik yaşadığı görülmektedir. Berk ve Ece'nin grubu kriter olarak belirledikleri 'malzemelerin tam olması' doğrudan problemle ilgili olmamakla birlikte pet şişenin yuvarlak olması problemin çözümüne yönelik herhangi bir nitelik olarak görülmemektedir. Mühendislik tasarım sürecinin 2. adımı tamamlayan öğrencilerden Ece'nin o güne ait yazmış olduğu günlüğe ait ifadelerin bir kısmı aşağıda belirtilmiştir.

Bugün 2. adıma geçtik. Yeni bir şeyler öğrendik. Bunlardan biri kriterdi. Kriterleri belirlerken tam olarak anlayamadım...Yine de güzeldi (SÖG,2. HAFTA).

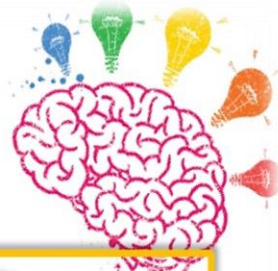
Probleme yönelik ihtiyacın araştırılması adımı için yapılan etkinliklerin sonunda grup üyelerinden Berk de günlüğünde şu ifadelere yer vermiştir:

...Bugün kriter ve sınırlılıklarla ilgili karşımıza gelen sorularda zorlandık. Öğretmen gelip bize örnekler verdi. Üçüncü adıma çok yaklaştık (SÖG,2. HAFTA).

2. adımın sonunda Berk ve Ece'nin grubunun güvenilir veri kaynaklarının önemini kavradıklarını, araştırma yaparken bunu göz önüne aldıkları görülmektedir. Berk ve Ece'nin grubunun ayrıca karşılarına ilk kez çıkan kriter kavramını anlamada zorlandıkları, yapılan etkinlikler sonucunda kriter ve sınırlılıkları belirlemenin problemin çözümü noktasındaki önemini fark ettikleri görülmüştür.

4. 2. 1. 1. 3. Olası Çözümlerin Araştırılması ve Geliştirilmesine Yönelik Bulgular

Mühendislik tasarım sürecinin 3. adımı olan probleme yönelik çözümlerin araştırılması ve geliştirilmesi adımıyla öğrencilerden, problemlerine yönelik uygun çözüm önerileri geliştirebilmeleri ve problemlerinin çözümüne yönelik taslak çizimleri yapabilmeleri beklenmektedir. İlk olarak 'Beyin fırtınası yapıyorum' adlı etkinlik tüm sınıf genelinde yapılmış ve öğrencilerin fikirlerini ayırt etmeden yazmaları ile bir probleme birden fazla çözüm önerisi getirmeleri hedeflenmiştir. Şekil 20'de yapılan etkinlik görülmektedir.



1.ETKİNLİK: BEYİN FIRTINASI YAPIYORUM

Görme engelli bireylerin çevrede karşılaştığı sorunlardan biri de trafik sorunudur. Bu bireyler özellikle karşıdan karşıya geçişlerde zorlanmakta, trafik ışıklarını algılayamamakta ya da gelen araçları göremedikleri için genelde başka insanların desteği ile bu sorunların üstesinden gelmeye çalışmaktadırlar.

Siz çocuklar, görme engelli bireylerin bu sorununu çözmek için ne gibi çözümler sunarsınız? Fikirlerinizi ayırt etmeksizin aşağıya sıralayınız.

1.....

Şekil 20. Olası çözümlerin araştırılması ve geliştirilmesine yönelik yapılan 1. etkinlik

Berk ve Ece'nin grubu beyin fırtınası yapıyorum adlı etkinlikte görme engellilerin trafikte yaşadığı sorunlara çözüm önerisi getirebilmek amacı ile grup içerisinde tartışma yapmışlar ve birden fazla çözüm önerisi getirebilmişlerdir. Öğrencilerin fikirlerini ayırt etmeksizin dile getirmeleri doğrultusunda araştırmacı tarafından yönlendirmeler yapılmıştır. Sonrasında 'Fikirlerimi Paylaşıyorum' adlı etkinliğe geçilmiştir. Bu etkinlikte öğrencilere yağmurlu havalarda şemsiye taşımanın zorluklarını anlatan bir paragraf verilmiş, bu zorlukların çözümü için fikir üretmeleri beklenmiş, ürettikleri tasarım fikirlerini, konu ile ilgili merak ettikleri soruları ve ya düşünceleri bir kağıda yazmaları ve yakalarına takmaları istenmiştir. Sınıf içerisinde dolaşarak diğer grupların fikirleriyle etkileşime geçen öğrenciler birbirlerinin fikirlerini incelemişler, beğendikleri fikirleri birbirleri ile değiştirmişlerdir. Berk ve Ece'nin grubu grupça ve sınıfça yapılan etkinlikler sonrasında problemlerine yönelik Şekil 21'de verilen çözüm önerilerini getirmişler ve problemlerinin çözümü için gerekli olabilecek araç-gereçleri listelemişlerdir.

✓ Araştırmalarınız ve grup içinde paylaştığınız fikirler doğrultusunda probleminize ve ya ihtiyacınıza yönelik ürettiğiniz çözüm önerilerini aşağıya sıralayınız. Gerekli olabilecek araç gereç ve malzemeleri listeleyiniz.

PROBLEM DURUMUMUZ: Su kaynaklarımızın kirlenmesi.

ÇÖZÜM ÖNERİLERİMİZ:

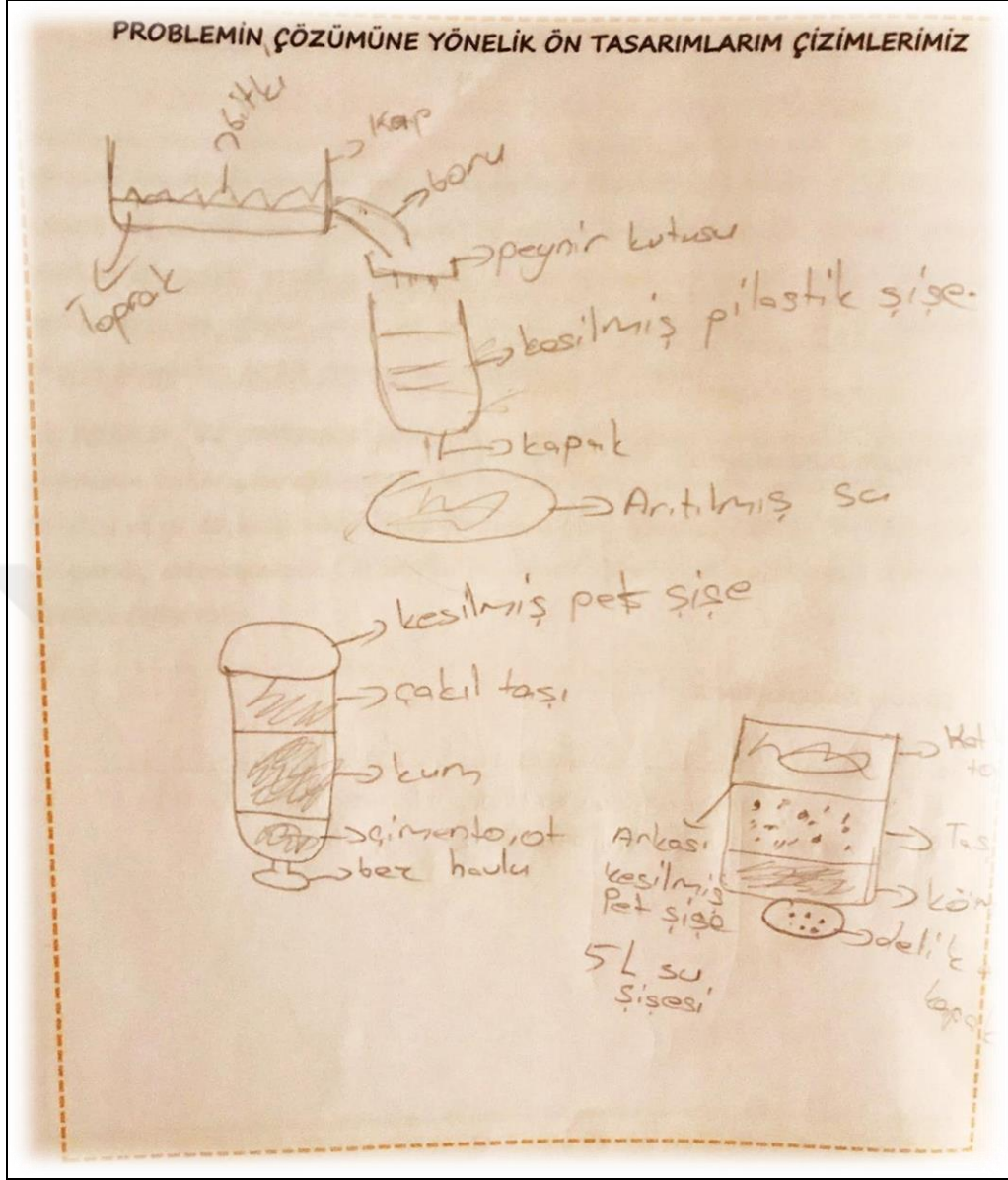
1. Filtre kullanarak suyu arıtabiliriz.
2. Kömür, çimento, ot ve bez hülle suyu arıtabiliriz.
3. Su arıtma cihazı kullanabiliriz.

GEREKLİ OLABİLECEK ARAÇ-GEREÇ VE MALZEMELER:

2 tane 1650'lik sigara, bez hülle ve delik açılmış kapak, çakıl taşı, kömür, çimento, ot, kat kat toprak, taş kömürü.

Şekil 21. Berk ve Ece'nin grubunun belirlemiş olduğu çözüm önerileri ve araç-gereçler

Berk ve Ece'nin grubunun su kaynaklarımızın kirlenmesi probleminde getirdikleri olası çözüm önerilerine bakıldığında; yapılan etkinliklerin olumlu sonuç verdiğini, öğrencilerin tek bir çözüm önerisi ile sınırlı kalmayıp, birden çok çözüm önerisi getirdikleri görülmektedir. Belirledikleri çözüm önerilerinin temelinde su arıtımı olduğu görülen grubun, belirledikleri malzemelerin de su arıtımına yönelik olduğu görülmektedir. Öğrencilerden sonrasında problemlerinin çözümüne yönelik ön tasarım çizimleri yapmaları istenmiştir. Berk ve Ece'nin grubunun yapmış olduğu ön tasarım çizimleri Şekil 22'de verilmiştir.



Şekil 22. Berk ve Ece'nin grubunun problemin çözümüne yönelik yaptıkları ön tasarım çizimleri

Öğrencilerin ön tasarım çizimlerine bakıldığında 3 farklı çizim görülmektedir. Birinci tasarımda öğrenciler öncelikle suyu bitki kullanarak arıtmayı düşünmüş, ikinci tasarımlarında ise suyu çakıl taşları, kum, çimento, ot ve bez havlu yardımıyla arıtabilecekleri bir düzenek düşünmüşlerdir. Berk ve Ece'nin grubu üçüncü tasarım çizimlerinde toprak, taş ve kömürü arıtma amaçlı kullanacakları bir çizim yapmışlardır. Mühendislik tasarım sürecinin 3. adımı tamamlayan öğrencilerden Ece'nin o güne ait yazmış olduğu günlüğe ait ifadelerin bir kısmı aşağıda belirtilmiştir.

Bugün 3. Adıma geçtik. Galiba gruptaki bazı arkadaşlarım bu konuyu anlamamış olabilir.Çünkü grupta sadece ben ve bir arkadaşım fikir ürettik. Bu yüzden biraz zorlandım (SÖG,3. HAFTA).

Çözümlerin araştırılması ve geliştirilmesi adımımda Berk ve Ece'nin grubunun fikir üretme noktasında sorun yaşadıkları görülmüştür. Zaman zaman uygulayıcı konumunda olan araştırmacının yönlendirmelerine gerek duyan grup üyeleri, kendi problemlerine çözüm üretme noktasında grup içerisinde anlaşmazlıklar yaşamışlar, fakat süreç sonunda ortak noktalarda buluşabilmişlerdir.

4. 2. 1. 1. 4. En Uygun Çözümün Belirlenmesine Yönelik Bulgular

Mühendislik tasarım sürecinin 4. adımı olan en uygun çözümün belirlenmesi adımımda öğrencilerden, grup içerisinde çözüm önerilerinin farklı ve ortak yönlerini belirleyebilmeleri, getirdikleri çözüm önerilerinin kriter ve sınırlılıklara uygunluğunu tespit etmek için karar tablolarını hazırlayabilmeleri, en uygun ortak çözüme karar verebilmeleri ve karar verdikleri çözüm önerisini dayanaklandırabilmeleri beklenmektedir.

Bu amaçla ilk olarak öğrencilerden 3. adımda belirlemiş oldukları çözüm önerilerinin ortak ve farklı yönlerini belirlemeleri istenmiştir. Berk ve Ece'nin grubu çözüm önerilerinin ortak yönlerine 'Hepsi suyu arıtmak için yapılı' ifadesini kullanırken; farklı yönlerine 'Her biri suyu farklı şekilde arıtır' ve 'Su arıtım cihazları suyu daha hızlı arıtabilir.' ifadelerini kullanmışlardır. Sonrasında öğrencilere en uygun çözüm önerisine karar vermek için örnek çözüm önerisi karar tabloları verilmiş; bu karar tabloları sınıf ortamında analiz edilmiş ve uygun çözümün kriter ve sınırlılıklara bağlı olarak nasıl belirleneceği tartışılmıştır. Bu noktada öğrenciler için karışık görünebilecek olan karar tabloları öğrencilerin seviyelerine uygun olması sebebi ile farklı örnekler üzerinden verilmiştir. Örnek karar tablolarının açıklanmasının ardından Berk ve Ece'nin grubu kendi karar tablolarını Şekil 23'te verildiği üzere doldurmuşlardır.

EN UYGUN ÇÖZÜM ÖNERİSİNE KARAR VERMEK İÇİN OLUŞTURDUĞUMUZ

KARAR TABLOLARI

	1 Kriter	2 Kriter	1. Sınırlılık	2. Sınırlılık
1. çözüm Bitki kullanarak arıtma	2 litre su olacak	Mazeme ler ekisi olacak	1 Kideş 50atında bitce	Betce 30TL
2. çözüm cesitli mazemeler taş, kum, kömür vb. dır	+	-	+	+
3. çözüm su arıtım cihazı	+	-	-	-

GRUPÇA BELİRLİDİĞİNİZ EN UYGUN ÇÖZÜM ÖNERİSİNİ YAZINIZ

1. çözümle 2. çözümü birleştirdik

NEDEN BU ÇÖZÜME KARAR VERDİĞİNİZİ AÇIKLAYINIZ.

çünkü kitli suyu arıtmak için
kriter ve sınırlılıklara uymadığı için

Şekil 23. Berk ve Ece'nin grubunun oluşturdukları karar tablosu ve belirlediği çözüm önerisi

Berk ve Ece'nin grubunun karar tablolarını uygun bir biçimde oluşturabildiği görülmektedir. Ayrıca kriter ve sınırlıklar bağlamında oluşturdukları karar tablolarında ortaya koymuş oldukları 3 farklı çözüm önerisi için değerlendirmelerde buldukları görülmektedir. Öğrencilerin doldurdıkları karar tabloları sonucunda kriter ve sınırlılıklara en çok uyan 1. ve 2. çözüm önerileri olan bitki kullanarak arıtma ve taş, kum, kömür, çimento, ot vb. kullanarak arıtma yollarını birleştirmiş oldukları göze çarpmaktadır. Bu noktada öğrencilerin iki farklı çözüm yolunu birlikte düşünmeleri, karar verme noktasında

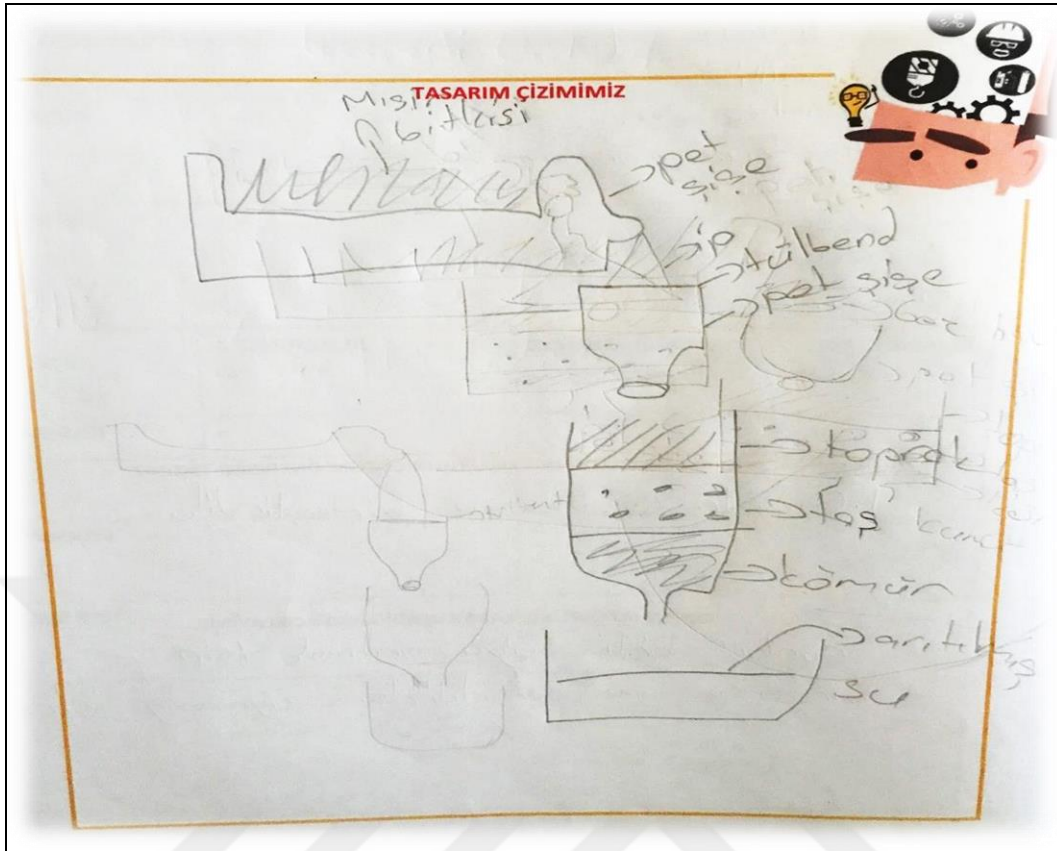
pozitif bir durum olarak görülmektedir. Ayrıca öğrencilerin en uygun çözümlerini belirleme sürecinde kriter ve kısıtlamalar doğrultusunda farklı çözümlerini bir araya getirerek yeni bir çözüm meydana getirmeleri süreç açısından öğrencilerin gelişimlerini gösteren bir veridir. Bu adıma yönelik grup üyelerinden Berk'in günlüğünde yer verdiği ifadelerin bir kısmı şöyledir:

Bugün derse başladığım zaman çok heyecanlandım. Arkadaşlarımızla birlikte tablolar oluşturduk. Ben de arkadaşlarıma fikirler verdim. En uygun deneyi belirledik. Anlamadığım konular da oldu aralarda. Mesela tasarımı nasıl yapacağımızı tam bilemiyorum (SÖG,4. HAFTA).

Mühendislik tasarım sürecinin bu adımında Berk ve Ece'nin grubunun en uygun çözüme karar verme noktasında, karar tablolarını hazırlayabildikleri, daha önceden belirledikleri kriterlerin önemini bu adımda daha iyi kavrayabildikleri ve mühendislerin karar vermede kullandıkları bu tabloları yapabilmelerinin, öğrencilerde motive olma noktasında pozitif etki yaptığı görülmüştür.

4. 2. 1. 1. 5. Prototip Yapımı ve Test Edilmesine Yönelik Bulgular

Bu adımda öğrencilerden tasarım çizimlerine uygun prototipi geliştirebilme, test sonuçlarını tablo ve ya grafiklerle kaydedebilme ve grup içerisinde prototipin iyileştirilmesine yönelik fikirler sunabilme becerileri geliştirebilmeleri beklenmektedir. Bu amaçla ilk olarak öğrenciler problemin çözümüne yönelik yapacak oldukları tasarımın çizimlerini yapmışlardır. Şekil 24'te Berk ve Ece'nin grubunun tasarım çizimleri görülmektedir.



Şekil 24. Berk ve Ece'nin grubunun tasarım çizimi

Grubun tasarım çizimine bakıldığında suyu arıtmak için ilk aşamada mısır bitkisini kullanacakları görülmektedir. Öğrenciler, bitki seçiminde neden mısır bitkisi kullanacakları noktasında açılama yapamamışlar, hızlı büyüyen bir bitki olması amacı ile bu bitkiyi tercih edeceklerini söylemişlerdir. Öğrenciler yaptıkları araştırmalarda bitkilerin suyu arıtmada kullanılabileceğini görmüş, fakat bitkinin suyu nasıl arıttığını sorgulamamışlardır. Berk ve Ece'nin grubunun yapmış olduğu ön tasarım çizimlerine bakıldığında arıtmada kullanmayı düşündükleri çimento ve ot malzemelerinin şimdiki tasarım çizimlerinde olmadığı görülmektedir. Ayrıca öğrenciler yeni tasarım çizimlerinde önceden kullanmayı planladıkları bez havlunun yerine tül bent tercih etmişlerdir. Yaptıkları bu değişimin sebebini ise tül bentin daha ince gözenekli olması ve arıtmayı kolaylaştıracağı fikrinde olmaları ile açıklamışlardır. Berk ve Ece'nin grubu yaptıkları tasarım çizimlerinde, kullanacaklarını nasıl bir araya getireceklerini, iki farklı çözüm önerisini birleştirip tek bir şekil üzerinde gösterebilmeleri, probleme getirdikleri çözüm önerilerini prototip yapımı aşamasında işlevsel bir hale getirdiği söylenebilir.

Tasarımlarını çizen öğrenciler, ardından yapım aşamasına geçmişlerdir. Berk ve Ece'nin grubunun su kaynaklarımızın tükenmesi adlı belirlemiş oldukları probleme çözüm olarak tasarlamış oldukları düzenek Şekil 25'te görülmektedir.



Şekil 25. Berk ve Ece'nin grubunun problemlerinin çözümü için hazırladıkları tasarım

Berk ve Ece'nin grubu düzeneklerini hazırlarken, tasarım çizimlerinde belirtmiş oldukları bazı faktörleri dikkate almamışlardır. Örneğin öğrenciler arıtım için kullanacakları taş, toprak ve kömürün sıralamasını farklı bir şekilde yapmışlar, tasarım kararlarında olmayan bu sıralamayı neden değiştirdiklerini açıklayamamışlardır. Öğrenciler daha önceden belirlenmiş olan sınırlılıklara uymuşlar, fakat kendi belirlemiş oldukları kriterlerin bazılarını göz ardı etmişlerdir. Berk ve Ece'nin grubu daha önceden belirledikleri iki litre su arıtma kriterine uymamış, en çok 200 ml arıtılmış su elde edebilmişlerdir. Bu noktada kriter belirlemede zorlanan öğrencilerin, bu kriterleri uygulama noktasında da eksiklik yaşadıkları görülmektedir. Genel olarak tasarıma bakıldığında ise, öğrencilerin belirledikleri çözüm önerisine uygun bir prototip geliştirdikleri görülmüştür. Tasarımlarını gerçekleştiren öğrenciler, modellerini deneme aşamasına geçmişlerdir. Şekil 26'da Berk ve Ece'nin grubunun yaptıkları denemeler neticesinde ulaşılmış oldukları sonuçlar görülmektedir.



Şekil 26. Berk ve Ece'nin grubunun deneme sonuçlarına ait görsel

Berk ve Ece'nin grubu yapmış oldukları deneme sonuçlarını bir tablo halinde ifade edebilmişlerdir. Tablolarında düzenekte kullanılan kirli su miktarı, arıtım sonucunda ulaştıkları temiz su miktarı ve ulaştıkları sonuçları ifade edebilmişlerdir. Bu adıma yönelik grup üyelerinden Berk'in günlüğünde yer verdiği ifadelerin bir kısmı şöyledir:

Derse girdiğimizde çok mutluydum. Çünkü arkadaşarımla artık denemeleri yapacaktık. Tasarımımızı yaparken pet şişeleri kesmekte biraz zorlandık. Öğretmenimiz bize yardım etti... Zaten malzemeleri belirlemiştik. Yapmak kolay oldu. Bu düzeneğin suyu arıtacağını pek sanmazdım. Ama başardık (SÖG,5. HAFTA).

Prototipin yapımı ve test edilmesi adımıında Berk ve Ece'nin grubunun ayrıntılı bir tasarım çizimi yapabildikleri, tasarım çizimlerinin uygulama noktasında çok önemli olduğunu kavrayabildikleri, birden fazla deneme yaparak daha kesin sonuçlara ulaşabildikleri ve her bir denemede değişiklik önerebildikleri görülmüştür.

4. 2. 1. 1. 6. Çözümün Paylaşılması ve Yeniden Tasarlamaya Yönelik Bulgular

Mühendislik tasarım sürecinin 6. adımı olan çözümün paylaşılması ve 7. adımı olan yeniden tasarlamamanın birlikte ele alındığı bu kısımda öğrencilerden; tasarımını tüm süreçleri ile birlikte açıklayabilmeleri, tasarımını verilere dayanarak savunabilmeleri ve tasarımı yeniden gözden geçirerek gerekli iyileştirmeleri yapabilmeleri beklenmektedir. Bu amaçla öncelikle öğrencilere yaptıkları tasarımları arkadaşları ile paylaşmaları için bir yol seçmeleri istenmiştir.

Bu amaçla prototiplerini tamamlayan ve denemelerini yapan Berk ve Ece'nin gurubu, sınıftaki diğer arkadaşları ile tasarımlarını paylaşma adına, mühendislik tasarım süreci dokümanında bahsedilen poster tasarlama yoluna gitmişlerdir. Öğrencilere

posterlerinde geçirdikleri süreçleri ele almaları, kısa ve anlaşılır ifadeler kullanmalarının önemi belirtilmiştir. Berk ve Ece'nin grubu geliştirmiş oldukları çözümlerini Şekil 27'de verilen poster ile sınıf ortamında paylaşmışlardır.



Şekil 27. Berk ve Ece'nin grubunun hazırlamış oldukları poster sunumuna ait görsel

Berk ve Ece'nin grubunun hazırlamış oldukları posterde, problemin adı, kullanılan malzemeler, deneyin yapılışı, deneme sonuçları ve yapılan etkinliklerin toplamda ne kadar sürdüğüne ait bilgiler bulunmaktadır. Öğrenciler, posterlerinde geçirdikleri süreci özetlemişler, sınıf ortamında paylaşmışlar ve sınıftaki diğer öğrencilerden gelen sorulara yanıtlar vermişlerdir. Grup, sınıftaki arkadaşlarından gelen soruların ve düşüncelerin yönlendirmesi ile tasarımlarında değiştirmek istedikleri bölümler üzerinde durmuşlar; örneğin bitki seçiminde dikkat etmedikleri köklerin yapısının önemli olabileceğini belirtmişlerdir. Bu adımlar sonunda grup üyelerinden Ece, günlüğünde şu ifadelerle yer vermiştir:

Bugün poster hazırladık. İlk başta yapamayacağız diye umutsuzlandım ama umutsuzlanmaya gerek yokmuş, çünkü yaptığımız tasarımlar sınıfta çok beğenildi. Bir daha yapmak isterim (SÖG,6. HAFTA).

Çözümün paylaşılması ve yeniden tasarlama adımlarında Berk ve Ece'nin grubunun grup içi etkileşimlerinin ilk haftalara oranla olumlu anlamda değiştiği görülmüştür. Yapılan

etkinliklerin öğrencilerin mühendislik tasarım sürecini uygulama becerilerine pozitif etki yarattığı tespit edilmiştir.

4. 2. 1. 2. Ali ve Azra'nın Grubunun Mühendislik Tasarım Sürecine Ait Elde Edilen Bulgular

4. 2. 1. 2. 1. Problem ya da İhtiyacın Belirlenmesine Yönelik Bulgular

Bu adımda öğrencilerden beklenen yeterlilikler daha önce ifade edilmişti. İlk olarak 'Bir problem mi var?' adlı etkinlik uygulanmış ve öğrencilerden tasarım sürecinin bir problem durumu ile başladığını fark etmeleri hedeflenmişti. Etkinlik sonucunda Ali ve Azra'nın grubu etkinlik sonunda yöneltilen sorulara uygun cevapları verebilmişlerdir. Ayrıca süreç içerisinde yapılan gözlemler de grubun tasarım sürecinin problemi keşfetme ile başladığını sezebildiklerini göstermektedir. Etkinliğin ardından problemi tanımlayabilme adına yapılan 2. etkinliğe geçilmiştir. Tasarım sürecinin problemi fark edebilme ile başladığını ortaya koyabilen Ali ve Azra'nın grubunun 'Problemi Tanımlıyorum' adlı etkinliğe vermiş oldukları yanıtlar Şekil 28'de verilmiştir.

<p>Bu tasarımı başlatan problem durumunu ya da ihtiyacı tanımlayabilir misin?</p>	<p>güneşin köye yansımaması kaybolursa</p>
<p>Kasabalıların problemi çözülebilecek nitelikte bir problem miydi? Neden?</p>	<p>evet çözümler bulurdu 160 yıl önce teknoloji gelişmiş değildi 100 yıl sonra dağların karşısına ayna koyulursa ışık köye yansır.</p>

Şekil 28. Ali ve Azra'nın grubunun problemin belirlenmesine yönelik hazırlanan 2. etkinliğe vermiş oldukları cevaplar

Ali ve Azra'nın grubunun vermiş oldukları cevaplara bakıldığında problem durumunu tanımlayabildikleri, verilen olay içerisindeki problem durumunu fark edebildikleri görülmektedir. Gruptaki öğrenciler problemin çözümünde teknolojideki gelişmelerin etkisinin önemini belirtmişlerdir. Bu durum, fen, mühendislik ve teknoloji bağlamında ele alındığında olumlu bir durum olarak görülmektedir. Etkinliğin ardından sınıf tartışması yapılarak 'Hangisi Problem?' adlı 3. etkinliğe geçilmiştir. Ali ve Azra'nın grubu etkinlikte karşılarına çıkan durumları problem olarak nitelendirip nitelendirmediklerini tartışmışlar, neden bu şekilde düşündüklerini açıklamışlardır. Bu durumlarından bir kaçına değinilecek

olursa; 'tatile çıktığımızda evdeki çiçeklerin solması' durumu öğrenciler bir problem olarak nitelendirmişlerdir. Ayrıca problemin çözümü için öneriler sunabilmişlerdir. Grup üyelerinden Ali bu problemin çözümü için bir sulama sistemi fikri ortaya koyabilmiştir. 'Dünya'nın yörüngesinde kullanılmayan uyduların bir çöplük meydana getirmesi' durumunu ise grup üyelerinden Azra bir problem olarak ifade etmiş, düşüncesini dayanaklandırma noktasında ise kullanılmayan uyduların çalışan uydulara zarar verebileceği şeklinde bir açıklama yapmıştır. Fakat problemin çözümü noktasında bir çözüm önerisi getirememiştir. Problemi belirleyebilme adına yapılan etkinlikler sonucunda Ali ve Azra'nın grubunun problemin/ihtiyacın belirlenmesi adımının sonunda belirledikleri problem durumu ve açıklamalarına Şekil 29'da yer verilmiştir.

BELİRLEDİĞİMİZ PROBLEM YA DA İHTİYAÇ:
sıcak günlerde soğuk aldığımız çiçeklerin solması

BU PROBLEM İLE NERELERDE KARŞILAŞIYORUZ?
öğle arasında çok sıcak olduğundan dondurmanın çabuk sarması

NEDEN BU PROBLEMI SEÇTİK? öğle arası çok sıcak olduğu için

Şekil 29. Ali ve Azra'nın grubunun belirlemiş olduğu problem durumu

Ali ve Azra'nın grubu yapılan etkinlikler neticesinde problemi keşfedebilmiş, tanımlayabilmiş ve grup içinde yaptıkları görüş alışverişleri sonrasında problem durumlarını belirleyebilmişlerdir. Bu durum yapılan etkinliklerin öğrencilerde hedeflenen yeterliliklerin oluşması noktasında olumlu bir sonuç olarak görülmektedir. Gruptaki öğrenciler, kendi problem durumlarını belirlerken zorlanmışlar, bazı noktalarda uygulayıcının yönlendirmelerine ihtiyaç duymuşlardır. 1. adımın sonunda grup üyelerinden Arda'nın günlüğünde yer verdiği ifadelerin bir kısmı şöyledir:

Öğretmenimiz derse ilk girdiğinde ne yapacağız diye çok heyecanlandım. Yazdığımız problemleri arkadaşlarımızla tartıştık. Soruların çoğunu yanlış yapacağız

diye biraz korktum, fakat sorular çok güzeldi. Hiç de öyle olmadı. Mühendislik zevkli bir şey herhalde...O gün problemi öğrendik, sonrasında ne yapacağız diye çok meraklıyım (SÖG,1. HAFTA).

Problemi belirleyebilme adımı için yapılan etkinliklerin sonunda grup üyelerinden Azra da günlüğünde şu ifadelere yer vermiştir:

Bugün fen dersinde Fen ve Mühendislik konusunu işledik. Mühendislik hakkında bazı fikirlerimi söyledim. Fen ve mühendislik hakkında tartışma yaptık. Mühendisliğin ne olduğunu öğrendik (SÖG,1. HAFTA).

Grup üyelerinin günlüklerinde yer verdiği ifadelere bakıldığında, öğrencilerin ilk kez karşılaştıkları mühendislik tasarım sürecini olumlu olarak karşıladıkları, yapılan etkinliklerin problemi belirleyebilme noktasında işlevli olduğunu belirttikleri görülmektedir.

4. 2. 1. 2. 2. Probleme Yönelik İhtiyacın Araştırılmasına Yönelik Bulgular

Probleme yönelik ihtiyacın araştırılmasına yönelik olarak öğrencilerden beklenen yeterlilikler daha önce ifade edilmişti. Bu doğrultuda ilk olarak öğrencilere 1. adım sonunda belirlemiş oldukları problem durumlarının çözümü için hangi bilgileri bildikleri sorulmuş ve bir tartışma ortamı içerisinde öğrenciler bilgilerini paylaşmışlardır. Ali ve Azra'nın grubu belirledikleri 'sıcak günlerde soğuk aldığımız yiyeceklerin ısınması' adlı problemin çözümüne yönelik olarak daha önce ısı alışverişi konusunda öğrenmiş oldukları bilgilerden yola çıkmışlardır. Bu noktada yapılan gözlemler de öğrencilerin fen ve mühendislik arasında bağlantı kurabildiklerini, derste öğrendikleri bilgileri günlük hayata aktarabildiklerini göstermektedir. Öğrenciler, problemin çözümü için öğrenmeleri gereken bilgileri şu şekilde sıralamışlardır: Dondurma ne tür bir kapta erimez? Isı yalıtımı hangi malzemelerle yapılır? Termos nasıl suyu soğuk tutabiliyor? Termosun yapısı nasıldır? Grup üyeleri problemlerinin çözümü için bilmeleri gereken soruları belirleyebilmişler, ardından bilgiye ulaşma yollarından bazıları araştırmacı tarafından sunulmuştur. Öğrencilere internette arama yapacakları problem durumları ile ilgili anahtar sözcükleri belirlemeleri istenmiştir. Gruptaki öğrenciler problem durumları ile ilgili 'ısı yalıtım malzemeleri', 'termosun yapısı' ve 'dondurma saklanan kaplar' adlı anahtar kelimeleri belirlemişlerdir. Daha sonra güvenilir bilgi kaynakları ile ilgili olarak öğrencilerle birlikte kısa bir tartışma yapılmış, 'Bilgi kaynaklarının güvenilirliğini sorguluyorum' adlı etkinliğe geçilmiştir. Ali ve Azra'nın grubu etkinlik sonunda kaynak ve yazarın adı yazdığı için verilen bilgiyi güvenilir bulduklarını ifade etmişlerdir. Fakat diğer grup öğrencileri gibi bilginin yer aldığı internet sitesinin güvenilir olup olmadığı ile ilgili bir açıklama getirememişlerdir.

Sonrasında 'Problemimi sınırlıyorum, kriterlere göre düşünüyorum' adlı etkinliğe geçilmiştir. Daha önceden bahsedilen etkinlik sonucunda Ali ve Azra'nın grubu verilen etkinlikte kriter ve sınırlılıkları belirleyebilmişlerdir. Öğrenciler verilen problem durumda kriterlere; köprünün yüksekliği, uzunluğu, taşıma kapasitesi ve estetik görünmesini yazmışlardır. Sınırlılıklara ise zaman ve bütçe ifadelerini belirtmişlerdir. Etkinlik öncesinde araştırmacı öğrencilerin ilk kez karşılaşmış oldukları bu kavramlar hakkında farklı örnekler vermiş, böylece öğrenciler kendi problem durumlarındaki kriterleri yapılan etkinlik sayesinde anlamlandırabilmişlerdir. Öğrenciler kendi problem durumları ile ilgili öğrenmek istedikleri ve listeledikleri bilgileri araştırmışlardır. Grup üyelerinin yaptıkları araştırmalar sonucunda ulaştıkları sonuçlar ve problemlerine koymuş oldukları kriterler Şekil 30'da verilmiştir.

BELİRLEDİĞİMİZ PROBLEM YA DA İHTİYAÇLA İLGİLİ NELER ÖĞRENDİM?	
1-İsı yalıtım malzemelerini öğrendik	
2-vakum nedir onu öğrendik	
3-termosun yapısını öğrendik	
4-yaptığımız şeylerin malzemesi zor olmalı.	
5-yaptığımız malzemelerin yumuşak olması	
PROBLEMİMİZİN SINIRLILIKLARI VE KRİTERLERİ NELER?	
KRİTERLERİMİZ (TASARIMIMIZDA OLMASI GEREKEN ÖZELLİKLER):	SINIRLILIKLARIMIZ (KISITLAMALAR)
1. Dandur malzeme 2000 lira olacak	1. İletken seviyesinde bitecek
2 Hava bu boşlukları bırakılacak	2 malzemenin fiyatı 3000000 olacak
Dış tarafta aynı kullanılmalı.	

Şekil 30. Ali ve Azra'nın grubunun araştırma sonuçları ve belirlemiş oldukları kriterler

Ali ve Azra'nın grubu araştırma yaparken, daha önce yapılmış olan etkinlik sonucunda öğrenmiş oldukları bilgileri kullanmışlar, araştırmalarında güvenli siteleri tercih etmişlerdir. Mühendislik tasarım sürecinin 2. adımı tamamlayan öğrencilerden Azra'nın o güne ait yazmış olduğu günlüğe ait ifadelerin bir kısmı aşağıda belirtilmiştir.

Bugün derste problemin kriterlerini ve sınırlılıklarının önemini öğrendik. Sonra konu hakkında tartışma yaptık. Düşüncelerimizi paylaştık, bilgisayarda araştırma

yaptık. Bir sürü sitede farklı bilgiler vardı. Seçerken biraz zorlandık...Ders çok güzel geçti, çok eğlenceliydi (SÖG,2. HAFTA).

2. adımın sonunda Ali ve Azra'nın grubunun bilgiye ulaşmada kullanılacak güvenilir veri kaynaklarının önemini kavradıklarını, araştırma yaparken bunu göz önüne aldıkları görülmektedir. Grup üyeleri ilk kez karşılaştıkları kriter kavramını ilk etapta anlamada zorlanmışlar, sonrasında yapılan etkinlikler sayesinde kendi problemlerinin kriterlerini belirleyebilmişlerdir. Bu noktada öğrencilerin günlüklerinde yazmış oldukları ifadelerden de yola çıkarak hazırlanan etkinliklerin mühendislik tasarım sürecinin bu basamağında pozitif etki yarattığı gözlenmiştir.

4. 2. 1. 2. 3. Olası Çözümlerin Araştırılması ve Geliştirilmesine Yönelik Bulgular

Mühendislik tasarım sürecin en fazla yaratıcılık gerektiren bu adımda öncelikle daha önce ifade edilmiş olan "Beyin Fırtınası Yapıyorum" adlı etkinliğe geçilmiştir. Görme engellilerin trafikte karşılaştıkları problemleri ele alan etkinlik sınıfça tartışılmış, grup üyeleri de aralarında yaptıkları tartışma sonucunda farklı çözüm önerileri getirmişlerdir. Ali ve Azra'nın grubu bu sorunun çözümü için iki farklı öneri getirmişlerdir. Bunlardan ilki araba yaklaştığında görme engellilere uyarı veren bir sinyal sistemi, ikincisi ise görme engelli bireylere takılacak bir cihaz sayesinde trafik lambalarında kırmızı ışık yanarak arabaların durmalarını sağlayacak bir sistem düşünmüşlerdir. Ardından "Fikirlerimi Paylaşıyorum" adlı ikinci etkinliğe geçilmiştir. Etkinlikte daha önce bahsedildiği üzere, yağmurlu havalarda şemsiye taşımının zorluklarını anlatan bir paragraf verilmiş, bu zorlukların çözümü için fikir üretmeleri beklenmiş, ürettikleri tasarım fikirlerini, konu ile ilgili merak ettikleri soruları ve ya düşünceleri bir kağıda yazmaları ve yakalarına takmaları istenmiştir. Sınıf içerisinde dolaşarak diğer grupların fikirleriyle etkileşime geçen öğrenciler birbirlerinin fikirlerini incelemişler, beğendikleri fikirleri birbirleri ile değiştirmişlerdir. Ali ve Azra'nın grubu yapılan etkinlikler sonrasında problemlerine yönelik Şekil 31'de verilen çözüm önerilerini getirmişler ve problemlerinin çözümü için gerekli olabilecek araç-gereçleri listelemişlerdir.

PROBLEM DURUMUMUZ:
Sıcak Havalarda dondurmanın erimesi

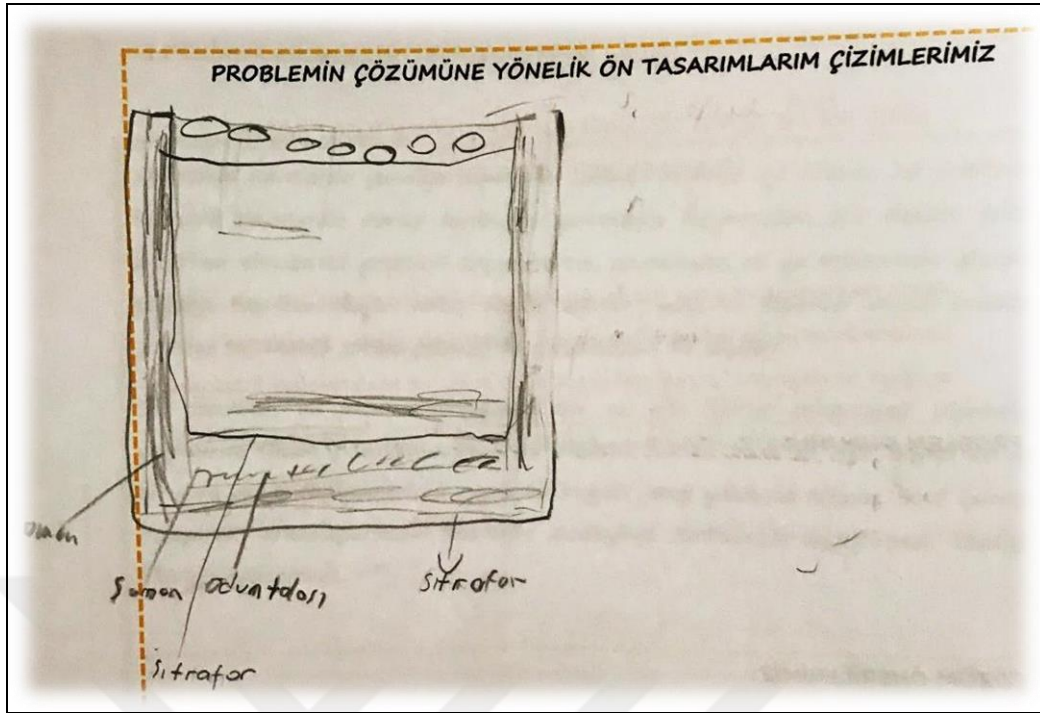
ÇÖZÜM ÖNERİLERİMİZ:
1. Isıyı yalıtımına bir kap
2. Vakumlu kap

GEREKLİ OLABİLECEK ARAÇ-GEREÇ VE MALZEMELER:

1 odun tolaşı	6 toz yünü	10 strafor kap	15 karton kutu
2 cam yünü	7 ayna	11 yapıştırıcı	
3 koyun yünü	8 folyo	12 ibi	
4 pamuk	9 sünger	13 makas	
5 somun		14 silikon	

Şekil 31. Ali ve Azra'nın grubunun belirlemiş olduğu çözüm önerileri ve araç-gereçler

Ali ve Azra'nın problem durumlarının çözümü için öne sürdükleri önerilere bakıldığında iki farklı çözüm yolu sundukları görülmektedir. Seçilen malzemelere bakıldığında öğrencilerin belirledikleri çözüm önerilerinin temeline ısı yalıtımlı bir kap tasarlanmasını aldıkları görülmektedir. Bu noktada öğrencilerin vakumlu bir kap yapma fikirlerini uygulama noktasında gerekli araç-gereçleri temin edememe ve bu konuda yeterli kavramsal bilgiye sahip olmamanın yattığı görülmüştür. Grup üyeleri ardından problemlerinin çözümüne yönelik ön tasarım çizimlerini yapmışlardır. Ali ve Azra'nın grubunun yapmış olduğu ön tasarım çizimleri Şekil 32'de verilmiştir.



Şekil 32. Ali ve Azra'nın grubunun grubunun problemin çözümüne yönelik yapmış oldukları ön tasarım çizimleri

Grup üyelerinin yapmış olduğu tek ön tasarım çizimi görülmektedir. Öğrenciler ön tasarım çizimlerinde kullanmayı planladıkları malzemelerin bir kısmını belirtmemişlerdir. Örneğin kullanmayı planladıkları malzemelerden cam yünü, koyun yünü, pamuk, sünger, alüminyum folyo ve aynayı tasarımlarında belirtmemişlerdir. Mühendislik tasarım sürecinin 3. adımı tamamlayan öğrencilerden Ali'nin o güne ait yazmış olduğu günlüğe ait ifadelerin bir kısmı aşağıda belirtilmiştir.

Bugün 3. adıma geçtik. Problemimizin çözümünü çizdik ve yazdıklarımızı arkadaşlarımızla tartıştık. Fikirlerimizi kağıtlara yazdık ve birbirimize verdik. Görme engelli insanlar için icatlarımızı tartıştık ve yazdık. Anlamadığımız yerleri öğretmenimiz bize açıkladı (SÖG,3. HAFTA).

Olası çözümlerin araştırılması ve geliştirilmesi adımı Ali ve Azra'nın yapılan etkinliklere etkin katılım sağladıkları, grup içerisindeki etkileşimlerinin fikir üretme noktasında etkili olduğu, birbirlerinin fikirlerine saygı duyarak farklı çözüm önerileri getirdikleri görülmüştür.

4. 2. 1. 2. 4. En Uygun Çözümün Belirlenmesine Yönelik Bulgular

Mühendislik tasarım sürecinin bir sonraki aşaması olan en uygun çözümün belirlenmesi adımı öğrencilerden, çözüm önerilerinin farklı ve ortak yönlerini

belirleyebilmeleri, getirdikleri çözüm önerilerinin kriter ve sınırlılıklara uygunluğunu tespit etmek için karar tablolarını hazırlayabilmeleri, en uygun ortak çözüme karar verebilmeleri ve karar verdikleri çözüm önerisini dayanaklandırabilmeleri beklenmektedir.

Bu amaçla ilk olarak öğrencilerden önceki adımda belirlemiş oldukları çözüm önerilerinin ortak ve farklı yönlerinin ne olduğu öğrencilere sorulmuştur. Ali ve Azra'nın grubu çözüm önerilerinin ortak yönlerine 'iki çözüm önerisi de dondurmaya soğuk tutabilir' ifadesini kullanırken; farklı yönlerine 'kullanılan malzemeler ve tasarım farklı olabilir' ifadelerini kullanmışlardır. Daha sonra öğrencilere mühendislerin en uygun çözüme karar vermeleri için bazı tablolar kullandıkları belirtilmiştir. Tabloların oluşumunda önceden belirlenen kriter ve sınırlılıkların önemi üzerinde durulmuş, örnek karar tabloları sunulmuştur. Örnek karar tablolarının açıklanmasının ardından grup üyeleri kendi karar tablolarını Şekil 33'de verildiği gibi hazırlamışlardır.

KARAR TABLOLARI

	Kriter kupa 20'20' Ayn 0 daha çok	Kriter Ayn 0 kullanılacak	Sınırlılık 2 ders 50'tinde bitecek	Sınırlılık 3TL'yi geçmeye- cek
Cözüm önerisi: Isı yalıtımlı kap	+	+	+	+
Cözüm önerisi: vakumlu kap	+	+	-	-

GRUPÇA BELİRLEDİĞİNİZ EN UYGUN ÇÖZÜM ÖNERİSİNİ YAZINIZ

ısı yalıtımlı kap

NEDEN BU ÇÖZÜME KARAR VERDİĞİNİZİ AÇIKLAYINIZ.

kriterleri ve sınırlılıkları
daha çok uyduğu için

Şekil 33. Ali ve Azra'nın grubunun oluşturdukları karar tablosu ve belirlediği çözüm önerisi

Yapılan karar tablolarına bakıldığında grup üyelerinin uygun bir biçimde karar tablolarını oluşturabildikleri görülmektedir. Öğrenciler hazırladıkları karar tabloları sonucunda kriter ve sınırlılıklara daha çok uyduğu gerekçesi ile 'ısı yalıtımlı kap' çözüm önerisini tercih ettiklerini belirtmişlerdir. Ali ve Azra'nın grup kararlarında kriter ve kısıtlamaları dikkate almaları, çözüm önerilerini değerlendirirken bazı hatalar yapmalarına

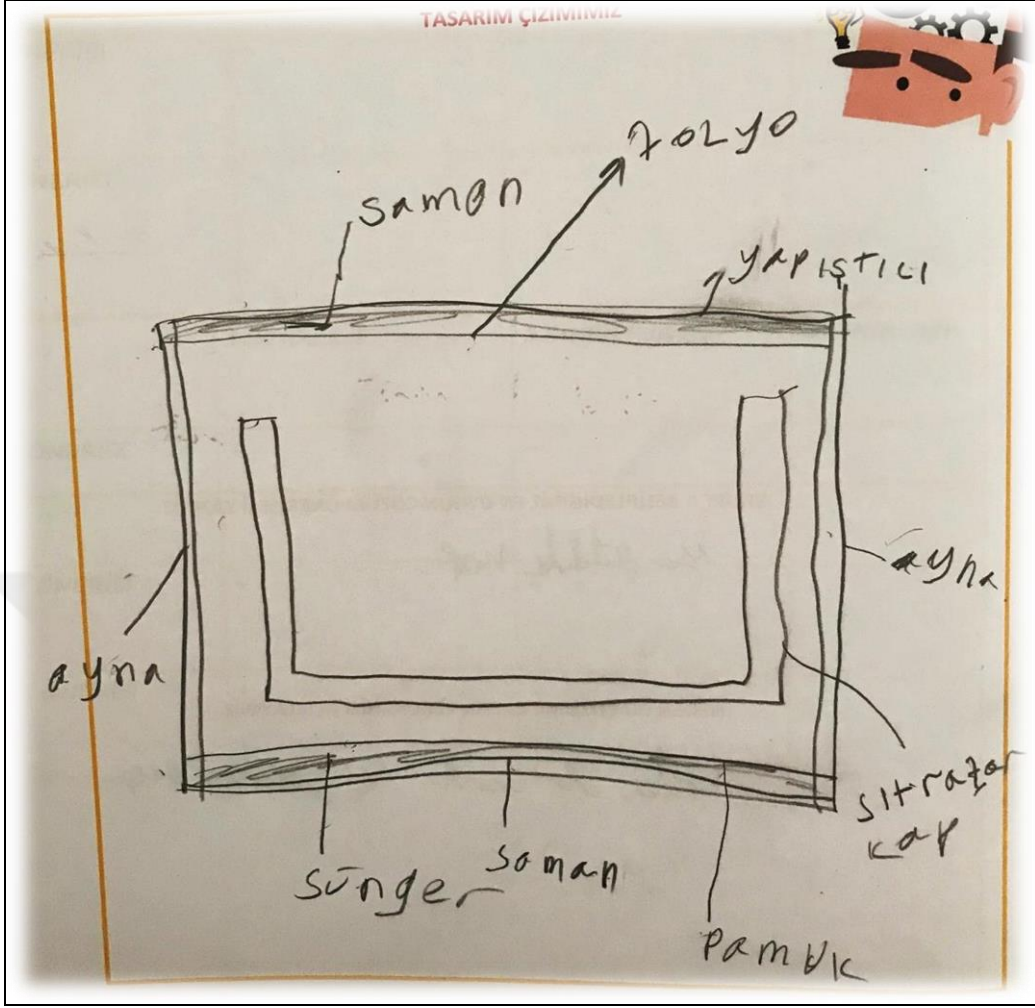
karşın, genel anlamda çözümleri daha analiz edebildikleri söylenebilir. Bu adıma yönelik grup üyelerinden Azra yaptıkları etkinlikleri günlüğünde şu şekilde anlatmıştır:

Bugün 4. adıma geçtik. Bir tablo hazırladık. Grupça belirlediğimiz çözüm önerilerini yazdık ve neden karar verdiğimizizi açıkladık. Tabloya kriter ve sınırlılıkları yazarak en çok uyan ısı yalıtım kabını seçtik. Mühendisler de bizim gibi tablolar çiziyorlarmış. Bu derste anlamadığım bir konu olmadı. Ders çok güzel geçti (SÖG,4. HAFTA).

Mühendislik tasarım sürecinin bu adımında Ali ve Azra'nın grubunun en uygun çözüme karar verebilmek için karar tablolarını kriter ve sınırlılıkları göz önüne alarak hazırlayabildikleri, mühendislerin karar vermede kullandıkları bu tabloları yapabilmenin, mühendislik tasarım sürecini uygulama bağlamında öğrencilerde olumlu etki yarattığı görülmektedir.

4. 2. 1. 2. 5. Prototip Yapımı ve Test Edilmesine Yönelik Bulgular

Mühendislik tasarım sürecinin yapım aşaması olan bu adımda öğrencilerden beklenen yeterlilikler daha önce ifade edilmişti. İlk olarak öğrenciler problemin çözümüne yönelik yapacak oldukları tasarımın çizimlerini yapmak üzere yönlendirilmişlerdir. Grup üyeleri öncelikle daha önceden çizmiş oldukları ön tasarım çizimlerine göz atmış, değiştirmek ve ya eklemek istedikleri noktaları aralarında tartışmışlardır. Yapılan tartışmanın ardından öğrenciler Şekil 34'de verilen tasarım çizimlerini hazırlamışlardır.



Şekil 34. Ali ve Azra'nın grubunun tasarım çizimi

Öğrencilerin yapmış oldukları tasarım çizimine bakıldığında, daha önceden yapmış oldukları ön tasarım çizimine eklemelerde buldukları ve geliştirdikleri görülmektedir. Grup üyeleri daha önce tasarımlarında kullanabilecekleri malzemeleri belirledikleri için, çizimlerini de bu doğrultuda ayrıntılı hale getirebilmişlerdir. Tasarımlarını hazırlayan Ali ve Azra'nın grubu, ardından daha önceden belirlemiş oldukları malzemelerle yapım aşamasına geçmişlerdir. Grup üyelerinin belirlemiş oldukları probleme çözüm olarak tasarlamış oldukları düzenek Şekil 35'de görülmektedir.



Şekil 35. Ali ve Azra'nın grubunun problemlerinin çözümü için hazırladıkları tasarım

Ali ve Azra'nın grubu prototiplerini hazırlarken, tasarım çizimlerine büyük ölçüde uymuşlardır. Tasarımlarında kullanmayı planladıkları aynayı kullanmamışlar, onun yerinde daha kolay ulaşabildikleri için alüminyum folyoyu tercih etmişlerdir. Tasarımlarını gerçekleştiren öğrenciler, prototiplerini deneme aşamasına geçmişlerdir. Denemelerinin kriter ve sınırlılıklara uyup uymadığını da kontrol eden öğrencilerin prototipleri tek bir kritere uymamış, diğer kriter ve sınırlılıkları karşılayabilmiştir. En az 20 dk dondurmanın erimeden kalmasını hedefleyen öğrencilerin tasarımları yaklaşık 40 dk boyunca dondurmanın erimeden kalabilmesini sağlayabilmiştir. Ayrıca öğrenciler aynı türden başka bir dondurmayı da dışarıda bekletip, kontrollü bir deney gerçekleştirmişlerdir. Şekil 36'da Ali ve Azra'nın grubunun yaptıkları denemeler neticesinde ulaşılmış oldukları sonuçlar görülmektedir.



Şekil 36. Ali ve Azra'nın grubunun deneme sonuçlarına ait görsel

Ali ve Azra'nın grubu yapmış oldukları denemeleri ve sonuçlarını bir tablo halinde ifade edebilmişlerdir. Tablolarında dondurmanın kaç dakika erimeden kaldığını ve sonucun başarılı olup olmadığını belirtmişlerdir. Bu adıma yönelik grup üyelerinden Ali'nin günlüğünde yer verdiği ifadelerin bir kısmı şöyledir:

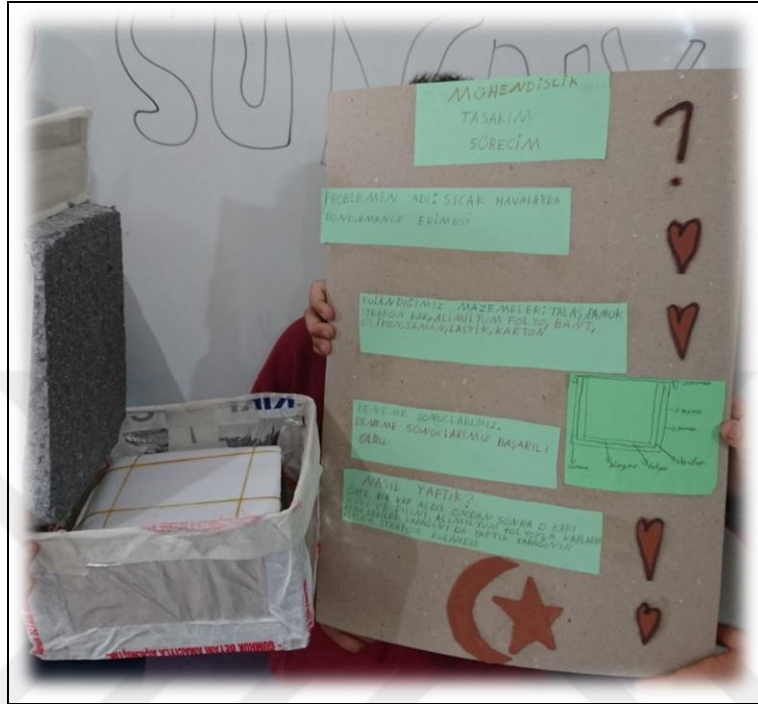
Bugün tasarımımızın yapımına başladık Öncelikle öğretmenimiz bize malzemelerimizin hazır olup olmadığını sordu. Biz de evet dedik. Yapıştırma işlerinde öğretmenimiz bize silikon tabancası kullanımında yardım etti. Tasarımımıza başladık ve denedik. Dondurma erimeden kaldı. Buna inanamadık. Artık bu kabı sınıfça hep kullanabiliriz (SÖG,5. HAFTA).

Tüm bu açıklamalar doğrultusunda çözüm önerilerine bağlı kalarak prototiplerini geliştiren grup üyeleri uygun denemeler ile prototiplerini değerlendirmişler ve bu değerlendirme sonuçlarına bağlı olarak prototipleri üzerinde gerekli değişiklikleri aralarında tartışmışlardır. Ali ve Azra'nın grubu değişiklik önerisi olarak daha önceden kullanmayı planladıkları fakat kullanmadıkları aynanın daha iyi bir yansıtıcı olması sebebiyle kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

4. 2. 1. 2. 6. Çözümün Paylaşılması ve Yeniden Tasarlamaya Yönelik Bulgular

Bu basamakta öğrencilerden; tasarımını tüm süreçleri ile birlikte açıklayabilmeleri, tasarımını verilere dayanarak savunabilmeleri ve tasarımı yeniden gözden geçirerek gerekli iyileştirmeleri yapabilmeleri beklendiği ifade edilmişti. Mühendislerin, geliştirdikleri prototipleri sundukları ve bu aşamada öğrencilerden de kendi prototiplerini arkadaşları ile paylaşmaları ve tasarımlarını savunmaları beklenmektedir. Bu amaçla prototiplerini

tamamlayan ve denemelerini yapan Ali ve Azra'nın grubu, sınıf arkadaşları ile tasarımlarını paylaşmak için poster tasarlamaya başlamışlardır. Ali ve Azra'nın grubunun prototiplerini paylaşmak için hazırladıkları poster Şekil 37'de gösterilmiştir.



Şekil 37. Ali ve Azra'nın grubunun hazırlamış oldukları poster sunumuna ait görsel

Grup üyelerinin hazırlamış oldukları posterde, problemin adı, kullanılan malzemeler, deneyin yapılışı, deneme sonuçları ve tasarımlarının çizimine ait bilgiler bulunmaktadır. Öğrenciler, posterlerini sınıftaki diğer arkadaşlarına sunmuşlar, sınıftaki arkadaşlarından gelen soruları cevaplandırmışlar ve tasarımlarında değiştirmek istedikleri bölümleri açıklamışlar fakat tekrardan bir tasarım yapmayı istememişlerdir. Öğrenciler tasarımlarını kriter ve sınırlılıklar çerçevesinde başarılı bulduklarını ifade etmişlerdir. Bu adımlar sonunda grup üyelerinden Azra, günlüğünde şu ifadelere yer vermiştir:

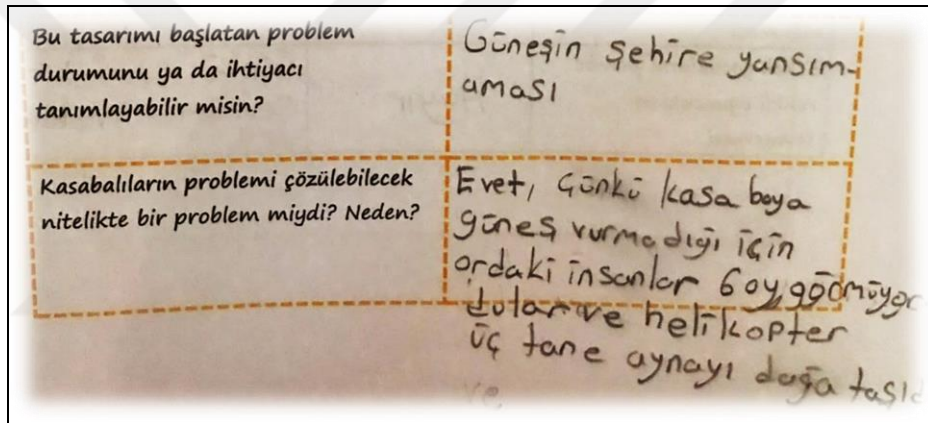
İlk başta çok umutsuzdum. Çünkü yapamayacağımız düşünmüştüm. Ama zaman geçtikçe kendimden emin oldum. Posterimizi yaptık ve arkadaşlarımıza sunduk. Mühendislik tasarım süreci bitti ve son günlüğümüzü de yazdık. Tasarım sürecinde çok eğlendik, hem de başardık. Tüm arkadaşlarımızla çok mutlu olduk (SÖG,6. HAFTA).

Öğrencilerin yazmış oldukları günlüklere de bakıldığında başlangıçta öğrencilere yabancı ve zor gelen mühendislik tasarım süreci kavramının artık olumlu manada farklı algıladıkları gözlemlenmiştir.

4. 2. 1. 3. Aylin ve Ayça'nın Grubunun Mühendislik Tasarım Sürecine Ait Elde Edilen Bulgular

4. 2. 1. 3. 1. Problem ya da İhtiyacın Belirlenmesine Yönelik Bulgular

Mühendislik tasarım sürecinin ilk adımında öğrencilerden beklenen yeterlilikleri karşılamak üzere hazırlanmış ilk etkinlik olan olan "Bir problem mi var?" adlı etkinlik yapılmış, sınıf ortamında yapılan tartışmalar ile tasarım sürecinin bir problem durumu ile başladığını Aylin ve Ayça'nın grup üyeleri fark edebilmiştir. Grup içi etkileşimlerine bakıldığında her bir üyenin sürece aktif olarak katılımındaki isteklilik göze çarpmıştır. Ardından öğrencilerin verilen bir problem durumunu tanımlayabilmeleri adına yapılan 2. etkinliğe geçilmiştir. Aylin ve Ayça'nın grubunun "Problemi Tanımlıyorum" adlı etkinliğe vermiş oldukları yanıtlar Şekil 38'de verilmiştir.



Şekil 38. Aylin ve Ayça'nın problemin belirlenmesine yönelik hazırlanan 2. etkinliğe vermiş oldukları cevaplar

Grup üyelerinin etkinlik sonundaki sorulara vermiş oldukları yanıtlara bakıldığında, problem durumunu tanımlayabildikleri, problemin çözümü noktasında teknolojinin gelişimi ile ilişkilendirme yapmadıkları, yalnızca çözümün nasıl olduğu noktasına odaklandıkları görülmektedir. Öğrencilerin çevrelerinde fark ettikleri durumların problem durumu olup olmadıklarını tanımlayabilmeleri ve tasarım problemi kavramından ne anladıklarını belirleyebilmek adına yapılan 'Hangisi Problem?' adlı 3. etkinliğe geçilmiştir. Aylin ve Azra'nın grubu bazı noktalarda verilen durumların problem olup olmadığı noktasında birbirleriyle çelişkiye düşmüşlerdir. Örneğin grup üyelerinden Aylin, dünyanın yörüngesinde kullanılmayan uyduların bir çöplük meydana getirmesi durumunu bir problem olarak nitelendirmiş ve çöpleri toplayabilecek bir uzay aracı hayal ederken, başka bir grup üyesi ise bunu normal bir durum olarak görmüş ve bir problem olarak nitelendirmemiştir. Bu noktada öğrenciler normal olarak kabul ettikleri ve çözümünü

noktasında bir şey yapamayacaklarını düşündükleri olayları problem olarak görmezken, çözüm üretebildikleri durumları ise problem olarak görmüşlerdir.

Problemin ve ya ihtiyacın belirlenmesi adına yapılan etkinliklerle birlikte öğrenciler bir tasarımı problemin fark edilmesi ile canlandığını keşfetmişler ve çevrelerinde olup biten bazı durumları problem olarak görmeye başlamışlar ve yaratıcı düşünme becerilerinin gelişme noktasında ilk adımı atmışlardır. Etkinliklerin sonucunda grup üyelerine kendi tasarım problemlerini belirlemeleri istenmiş; belirledikleri problem ile nerelerde karşılaştıkları ve seçtikleri problemi neden tercih ettikleri açıklamaları beklenmiştir. Aylin ve Ayça'nın grubunun 1. adım sonunda belirledikleri problem durumu ve açıklamalarına Şekil 39'da yer verilmiştir.

BELİRLEDİĞİMİZ PROBLEM YA DA İHTİYAÇ:
Acil durumlarda yüksekten bırakılan değerli eşyaların zarar görmesi

BU PROBLEM İLE NERELERDE KARŞILAŞIYORUZ?
Yangın durumlarında, deprem anında konşuların acil ihtiyaçlarında

NEDEN BU PROBLEMI SEÇTİK?
Çünkü günlük hayatta karşılaşılabileceğimiz bir problem.

Şekil 39. Aylin ve Ayça'nın grubunun belirlemiş olduğu problem durumu

Aylin ve Ayça'nın grubu yapılan etkinlikler neticesinde 'acil durumlarda yüksekten bırakılan değerli eşyaların zarar görmesi' adlı problem durumunu belirlemişlerdir. Problem durumu ile nerelerde karşılaştıklarını ve neden bu problemi seçtiklerini açıklamışlardır. Mühendislik tasarım sürecinin ilk adımını tamamlayan ve süreçle ilk kez karşılaşan öğrencilerden Aylin'in o güne ait yazmış olduğu günlüğe ait ifadeler aşağıda belirtilmiştir.

Bugün fen dersine girdiğimizde öğretmenimiz bize fen ve mühendislik uygulamaları ile ilgili bir kitapçık verdi. Oradaki etkinlikleri yaptık. Grup arkadaşlarımı çok sevdim. Fikirlerimizi paylaştık. Bazı yerleri anlamadım, sonra arkadaşlarımla birlikte konuşunca anlayabildim. Yazdıklarımı arkadaşlarımla paylaştım. Problemimizi belirledik ama nasıl çözeceğiz henüz bilmiyorum (SÖG, 1. HAFTA).

Aylin ve Ayça'nın grubunun mühendislik tasarım sürecini olumlu olarak karşıladıkları, problem belirken zorlandıkları fakat neticede çevrelerindeki problem durumlarını fark etmeye başladıkları görülmektedir.

4. 2. 1. 3. 2. Probleme Yönelik İhtiyacın Araştırılmasına Yönelik Bulgular

Problem durumlarını belirleyen öğrenciler, ardından problemlerinin çözümü için gerekli bilgilere ulaşmak amacı ile yönlendirilmişlerdir. Bu amaçla öncelikle öğrencilere problemlerinin çözümü için hangi bilgileri bilip, neleri öğrenmeleri gerektiği sorulmuştur. Öğrenciler grup içerisinde fikirlerini paylaşmış ve not almışlardır. Aylin ve Ayça'nın grubu problemlerinin çözümü için sürtünme kuvvetinin cisimleri yavaşlattığını bildiklerini ve hava direncinin burada etkili olduğunu söylemişlerdir. Burada grup üyeleri fen dersinde öğrendikleri bilgileri mühendislik alanındaki uygulamaları ile birleştirebilmişlerdir. Bu nokta yapılan etkinliklerin olumlu sonuçlarından biri olarak görülebilir. Grup üyeleri problemlerinin çözümü için paraşütün yapısını merak etmişler ve araştırma listelerine eklemişlerdir. Ardından öğrencilere bilgiye ulaşma yollarından bazıları araştırmacı tarafından sunulmuştur. Bilgiye ulaşma yollarından en hızlı kaynak olan internet belirlenmiş ve öğrencilere internette arama yapacakları problem durumları ile ilgili anahtar sözcükleri listelemeleri istenmiştir. Gruptaki öğrenciler problem durumları ile ilgili '*paraşütün yapısı*' ve '*sürtünmeyi artırıcı durumlar*' adlı anahtar kelimeleri belirlemişlerdir.

Araştırma yapmaya geçmeden önce 'Bilgi kaynaklarının güvenilirliğini sorguluyorum' adlı etkinlik yapılmıştır. Grup üyeleri etkinlik sonunda verilen bilgi metnini kaynak uzantısının .gov olması ve yazarın bir uzman olması sebebiyle güvenilir bulduklarını ifade etmişlerdir. Sonrasında 'Problemimi sınırlıyorum, kriterlere göre düşünüyorum' adlı etkinliğe geçilmiştir. Problemlerine kriter belirlemenin ve sınırlamanın öneminin fark edilmesi amacı ile yapılan etkinlik neticesinde grup üyeleri verilen etkinlikte kriter ve sınırlılıkları belirleyebilmişlerdir. Öğrenciler verilen problem durumda kriterlere; köprünün yüksekliği, uzunluğu, taşıma kapasitesi ve estetik görünmesini yazmışlardır. Sınırlılıklara ise zaman ve bütçeyi koymuşlardır. Etkinlik sonunda okulun bilgisayar laboratuvarına yönlendirilen öğrenciler, kendi problem durumları ile ilgili öğrenmek istedikleri bilgileri araştırmışlardır. Öğrenciler araştırmalarında birden fazla internet sitesini kullanmış ve aldıkları bilgileri bu şekilde teyit etmişlerdir. Bu noktada yapılan etkinliğin olumlu sonuç verdiği söylenebilir. Grup üyelerinin yaptıkları araştırmalar sonucunda ulaştıkları sonuçlar ve problemlerine koymuş oldukları kriterler Şekil 40'da görülmektedir.

BELİRLEDİĞİMİZ PROBLEM YA DA İHTİYAÇLA İLGİLİ NELER ÖĞRENDİM?

- İpekten ve naylon ve kumaştan yapılır.
- Şemsiye biçiminde ve dikdörtgen dir.
- Paraşüt hava sürtünmesi sayesinde yavaş iniş yapar.
- Sürtünmesi hareketle ters yönde kuvvet uygular.
- Paraşütün

PROBLEMİMİZİN SINIRLILIKLARI VE KRİTERLERİ NELER?

KRİTERLERİMİZ (TASARIMIMIZDA OLMASI GEREKEN ÖZELLİKLER):	SINIRLILIKLARIMIZ (KISITLAMALAR)
1. İplerin uzunlukları (1m)	1. 2 ders saatinde bitecek
2. En az bir yumurtayı güvenli indirecek	2. Bütçe (30 TL'yi geçmeyecek)
3. Paraşütün genişliği (1.5)	

Şekil 40. Aylin ve Ayça'nın grubunun araştırma sonuçları ve belirlemiş oldukları kriterler

Öğrencilerin araştırma sonuçlarına bakıldığında, belirlenmiş oldukları anahtar kelimeler çerçevesinde sonuçlara ulaştığı görülmektedir. Kriterlerini belirleyen grup üyeleri bu noktada zorluk çekmiş, matematiksel hesaplamalar yapmadan paraşüt genişliği ve uzunluğunu belirlemişlerdir. Mühendislik tasarım sürecinin bu adımını da tamamlayan öğrencilerden Ayça'nın o güne ait yazmış olduğu günlüğe ait ifadelerin bir kısmı aşağıda belirtilmiştir.

Sevgili günlüğüm, bugün derste çok eğlendim ama anlamadığım ve zorlandığım yerler oldu. Mesela problem nasıl çözülür orada zorlandım. Belirlediğimiz problem için araştırma yapacaktık. Onun için güvenilir kaynaklar hakkında konuştuk (SÖG,2. HAFTA).

Grup üyelerinden Aylin de günlüğünde şu ifadelere yer vermiştir.

...Güvenilir veri kaynaklarını gördük. Her siteden aldığımız bilgiler doğru olmayabilirdi. Arkadaşlarımızla tartıştık ve yapacağımız şeyleri konuştuk. Nasıl yapmalıyız? Hiç bilmediğim şeyleri öğrendim. Kriterler ve sınırlılıklar... Arkadaşlarımdan bazı cümlelerini de çok komik buldum (SÖG,2. HAFTA).

Aylin ve Ayça'nın grubunun bilgiye ulaşmada kullanılacak güvenilir veri kaynaklarının önemini kavradıkları görülmektedir. Grup üyeleri ilk kez karşılaştıkları kriter kavramını anlamlandırmada sıkıntı yaşamışlar fakat yapılan etkinlikler neticesinde kendi problemlerinin kriterlerini belirleyebilmişlerdir.

4. 2. 1. 3. 3. Olası Çözümlerin Araştırılması ve Geliştirilmesine Yönelik Bulgular

Mühendislik tasarım sürecinin 3. adımında daha önce ifade edildiği gibi "Beyin Fırtınası Yapıyorum" adlı etkinliğe geçilmiştir. Bu etkinlikte amaç öğrencilerin fikirlerini ayırt etmeden dile getirmeleri ve bir probleme birden fazla çözüm önerisi getirmeleri olarak belirtilmişti. Görme engellilerin trafikte karşılaşmış oldukları problemleri kapsayan etkinlik sınıfça tartışılmış, grup üyeleri de aralarında yaptıkları fikir alışverişi sonucunda farklı çözüm önerileri getirmişlerdir. Aylin ve Ayça'nın grubu bu sorunun çözümü için iki farklı çözüm önerisi dile getirmişlerdir. Bunlardan ilki arabaların yaklaştığını haber veren ve sinyal üreten bir değnek, ikincisi görme engelli bireyler için özel navigasyon araçları olmuştur. Öğrenciler farklı çözüm önerileri sunmuş, araştırmacı tarafından herhangi bir sınırlama getirilmemiştir. Ardından 'Fikirlerimi Paylaşıyorum' adlı ikinci etkinliğe geçilmiştir. Daha önce bahsedildiği üzere öğrenciler verilen problem durumunun çözümü için düşündükleri çözüm önerilerini sınıf içerisinde dolaşarak diğer gruplarla paylaşmışlar, birbirlerinin fikirlerini incelemişler, beğendikleri fikirleri birbirleri ile değiştirmişlerdir. Aylin ve Ayça'nın grubu yapılan etkinlikler sonrasında problemlerine yönelik Şekil 41'de verilen çözüm önerilerini sunmuşlar ve problemlerinin çözümü için gerekli olabilecek araç-gereçleri listelemişlerdir.

PROBLEM DURUMUMUZ:
Acil durumlar da yüksekten bırakılan değerli eşyaların zarar görmesi

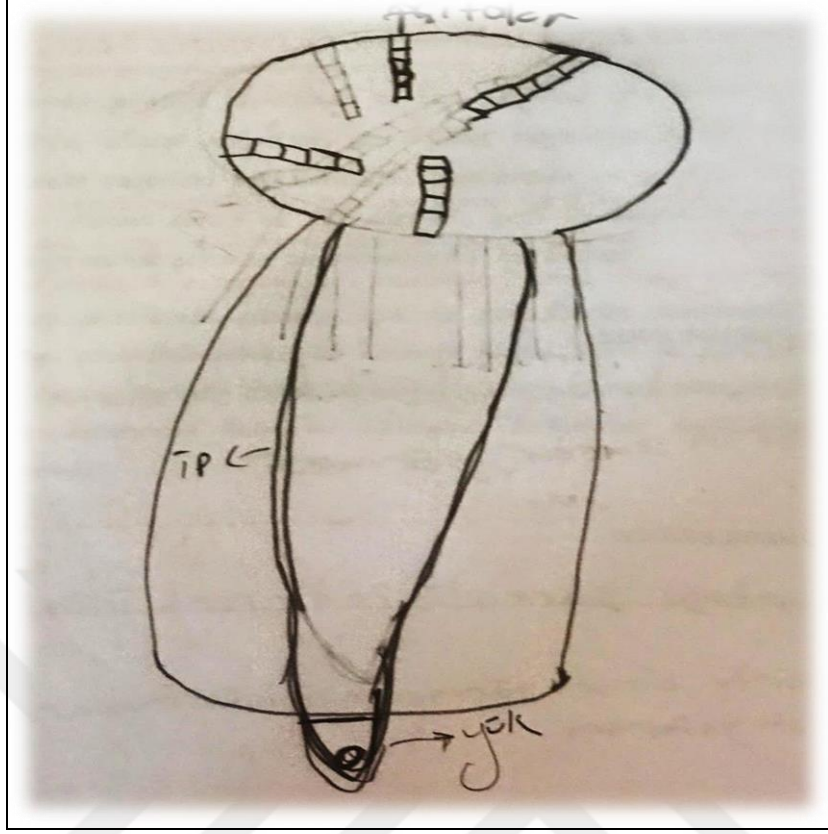
ÇÖZÜM ÖNERİLERİMİZ:

1. Yumurtayı güvenli indirmek için paraşüt tasarımı
2. Yumurtaya zarar görmemesi için makaralı bir tasarım yaparım
- 3.

GEREKİLİ OLABİLECEK ARAÇ-GEREÇ VE MALZEMELER:
TP, makas, yoğurt tenceresi, samsiyeye kumması, oyun hamuru kutusu, karton, pamuk, şerit, oyun hamuru, metre,
21 tane 21 tane

Şekil 41. Aylin ve Ayça'nın grubunun belirlemiş olduğu çözüm önerileri ve araç-gereçler

Aylin ve Ayça'nın grubu belirlemiş oldukları probleme iki farklı çözüm önerisi getirmişlerdir. Öğrencilerin kullanabilecekleri araç-gereçlere bakıldığında problemin çözümü için paraşüt tasarlama fikrine yoğunlaştıkları görülmektedir. Öğrencilerin makaralı tasarım için gerekli olabilecek bilgi ve beceriye sahip olmadıkları esas alındığında, daha önceden bildikleri sürtünme kuvvetinden yola çıkmaları doğal bir sonuç olarak görülmektedir. Grup üyeleri ardından problemlerinin çözümüne yönelik ön tasarım çizimlerini Şekil 42'de görüldüğü gibi yapmışlardır.



Şekil 42. Aylin ve Ayça'nın grubunun problemin çözümüne yönelik yapmış oldukları ön tasarım çizimleri

Grup üyelerinin yapmış olduğu ön tasarım çizimine bakıldığında, yalnızca birinci çözüm önerisi üzerinde durdukları, ayrıca kullanmayı planladıkları bazı malzemeleri de tasarımlarında göstermedikleri görülmektedir. Öğrenciler taslak bir çizim yapmışlar, yalnızca yapacakları tasarımın ana hatlarını ön tasarım çizimlerinde göstermişlerdir. Mühendislik tasarım sürecinin en fazla yaratıcılık gerektiren bu adımı tamamlayan öğrencilerden Ayça'nın o güne ait yazmış olduğu günlüğe ait ifadelerin bir kısmı aşağıda belirtilmiştir:

Sevgili günlüğüm, dün problemimiz için araştırma yapmış ve notlar almıştık. Bugün de problemimizin çözümü için gerekli olabilecek malzemeleri belirledik. Sonra da ön tasarımını yaptık. Sonra da arkadaşlarımızla düşündük... Herkes fikirlerini söyledi ve arkadaşlarımızın söylediklerini değerlendirdik. Aramızda anlaşarak karar verdik (SÖG,3. HAFTA).

Olası çözümlerin araştırılması ve geliştirilmesi basamağında Aylin ve Ayça'nın grubunun yapılan etkinlikler sonrasında kendi problemlerine çözüm üretmede daha rahat davrandıkları, ilk başta belirledikleri problemi çözme noktasında endişe duyan grubun, fikir üretmeye teşvik eden etkinlikler neticesinde birbirlerinin fikirlerine saygı duyarak farklı çözüm önerileri getirdikleri görülmüştür.

4. 2. 1. 3. 4. En Uygun Çözümün Belirlenmesine Yönelik Bulgular

En uygun çözümün belirlenmesi adımı öğrencilerden beklenen yeterliliklerden daha önce bahsedilmişti. Bu hedef doğrultusunda ilk olarak öğrencilerden önceki adımda belirlemiş oldukları çözüm önerilerinin ortak ve farklı yönlerinin ne olduğu sorusu öğrencilere yöneltilmiştir. Aylin ve Ayça'nın grubu çözüm önerilerinin ortak yönlerine "iki çözüm önerisinde de eşya (yumurta) zarar görmez" ifadesini kullanırken; farklı yönlerine "Bir çözümümüz makaralı, diğer çözümümüz paraşütlü" ifadelerini kullanmışlardır. Sonrasında öğrencilerin ortaya koydukları çözüm önerilerinden en uygununu seçmelerinin bir yolu olan karar tablolarından bahsedilmiştir. Tabloların oluşumunda belirlenen kriter ve sınırlılıkların önemi üzerinde durulmuş, örnek karar tabloları öğrencilere sunulmuş ve incelemeleri sağlanmıştır. Başlangıçta öğrencilere karmaşık görünen karar tabloları verilen örnekler üzerinden ele alınmıştır. Örnek karar tablolarının incelenmesinin ardından grup üyeleri kendi karar tablolarını şekil 43'de verildiği gibi hazırlamışlardır.

	kriter İplerin uzunluk (1m)	kriter En az bir yumurtayı güvenli ind güvenli ind	kriter Paraşütün genişliği (1.5)	1.Sınırlılık 2 ders saat inde bitire- bilecek	2.Sınırlılık Bütçe 30 TL geçmicek
1.Çözüm yumurtayı güvenli ind için Paraşüt tasarlarım	+	+	-	+	+
2.Çözüm yumurta zar ar görmeye ce için mak ara sistemi tasarlarım	+	+	-	-	+

GRUPÇA BELİRLİDİĞİNİZ EN UYGUN ÇÖZÜM ÖNERİSİNİ YAZINIZ

1.Çözüm: Yumurtayı güvenli indirmek için Paraşüt tasarlarım

NEDEN BU ÇÖZÜME KARAR VERDİĞİNİZİ AÇIKLAYINIZ.

Çünkü Paraşütle yaptığımız tasarım kriterlerimize daha çok uyduğu için ve güvenlidir olduğu için

Şekil 43. Aylin ve Ayça'nın grubunun oluşturdukları karar tablosu ve belirledikleri çözüm önerisi

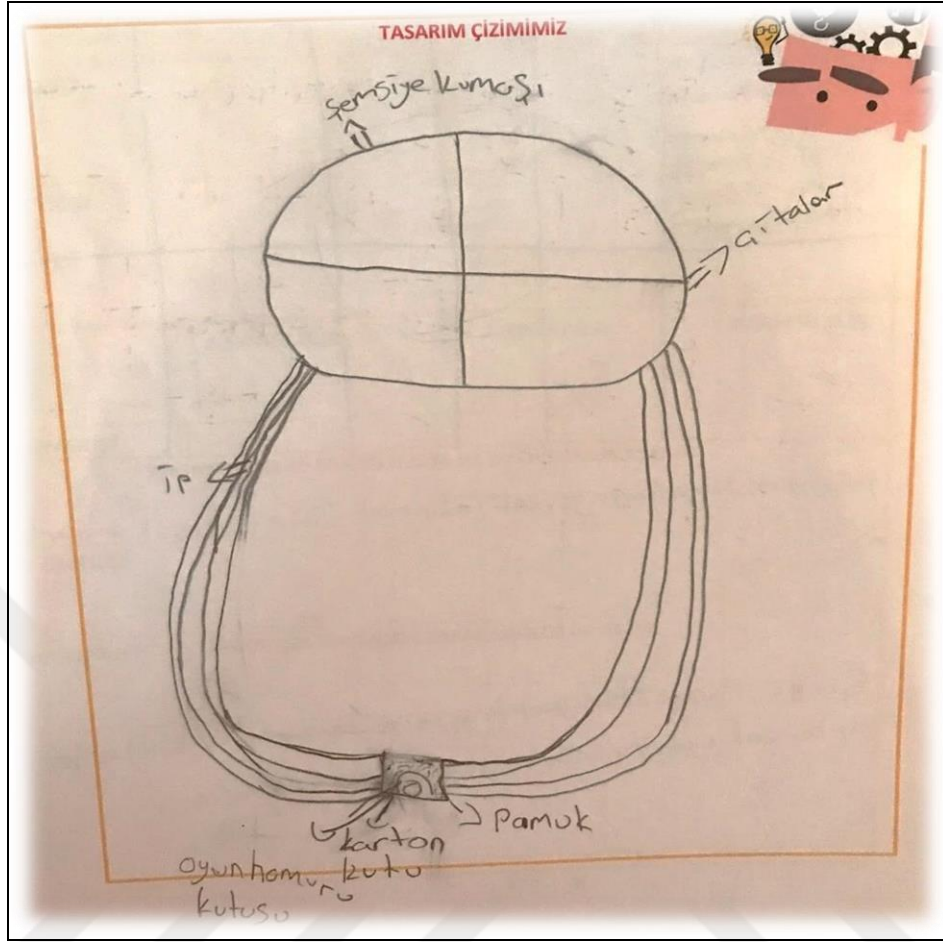
Grup üyelerinin hazırlamış oldukları karar tablosuna bakıldığında grup üyelerinin kriter ve sınırlılıkları göz önüne alarak karar tablolarını oluşturabildikleri görülmektedir. Öğrenciler hazırladıkları karar tabloları sonucunda kriter ve sınırlılıklara daha çok uyduğu gerekçesi ile 'paraşüt tasarımı' çözüm önerisini tercih etmişlerdir. Bu adıma yönelik grup üyelerinden Aylin yaptıkları etkinlikleri günlüğünde şu şekilde anlatmıştır:

...Ortak çözüm önerilerimizi söyledik ve yazdık. Bir de problemimizde seçtiğimiz çözümler için farklı yönler düşündük ve paylaştık. Sonra da bir tablo yaptık ama tabloyu yaparken biraz zorlandım ama sonunda yapabildik. Tabloda gereken kriterlerimiz ve sınırlılıklarımız vardı. Onları da yazarak çözüme karar verdik. Çok keyifliydi (SÖG,4. HAFTA).

Aylin ve Ayça'nın grubunun en uygun çözüme karar verebilmek için karar tablolarını kriter ve sınırlılıkları göz önüne alarak hazırlayabildikleri, daha önceden belirledikleri kriterlerin önemini bu adımda daha iyi kavrayabildikleri, yapılan etkinliklerin öğrencilerde motive olma noktasında pozitif etki yaptığı görülmektedir.

4. 2. 1. 3. 5. Prototip Yapımı ve Test Edilmesine Yönelik Bulgular

Mühendislik tasarım sürecinin bu basamağında öğrenciler ilk olarak problemlerinin çözümüne yönelik yapacak oldukları tasarımlarını çizimlerini yapmışlardır. Şekil 44'de Aylin ve Ayça'nın grubunun tasarım çizimleri görülmektedir.



Şekil 44. Aylin ve Ayça'nın grubunun tasarım çizimi

Grup üyeleri tasarım çizimlerini yaptıktan sonra prototiplerini geliştirmeye başlamışlardır. Sürecin başında belirledikleri malzemeleri kullanan öğrenciler, getirdikleri çıtaların çok ağır olmalarını hesaba katmadıkları görülmüştür. Uzun bir süre getirdikleri çıtaları inceltmeye ve birleştirmeye çalışan grup üyeleri, iplerin uzunluğunu belirlerken de paraşütün dengeli olmasını sağlamak adına ölçme işlemi yapmışlardır. Tasarımlarını hazırlayan grup üyelerinin belirlemiş oldukları probleme çözüm olarak tasarlamış oldukları düzenek Şekil 45'de görülmektedir.



Şekil 45. Aylin ve Ayça'nın grubunun problemlerinin çözümü için hazırladıkları tasarım

Grup üyeleri prototiplerini tasarlarken tasarım çizimlerini büyük ölçüde dikkate almış ve uymuşlardır. Ardından protoiplerini denemeye geçen öğrenciler 3 farklı denemede bulunmuş ve deneme sonuçlarını bir tablo halinde sunmuşlardır. Öğrenciler deneme sonuçlarını kaydettikleri tabloda paraşütün iniş süresi, paraşütün dengeli inip inmediği, yumurtanın zarar görüp görmediği, paraşütün sarsıntı yapıp yapmadığı ve rüzgar olup olmadığı gibi etkenleri dikkate almışlardır. Öğrenciler yaptıkları denemeler arasında bazı iyileştirmeler yapmışlar ve 3. deneme sonucunda 3.7 saniye ile en geç ve en yavaş biçimde eşit yükseklikten paraşütlerindeki sepette sarkıttıkları yumurtayı kırmadan, güvenli bir biçimde indirmişlerdir. Öğrenciler yaptıkları denemeler esnasında rüzgarı hesaba katmadıkları ve çıtaların çok fazla ağırlık yaptığı gerekçesi ile zorluklar yaşadıklarını dile getirmişlerdir.

Şekil 46'da Aylin ve Ayça'nın grubunun yaptıkları denemelere ait görsellere yer verilmiştir.



Şekil 46. Aylin ve Ayça'nın grubunun deneme sonuçlarına ait görsel

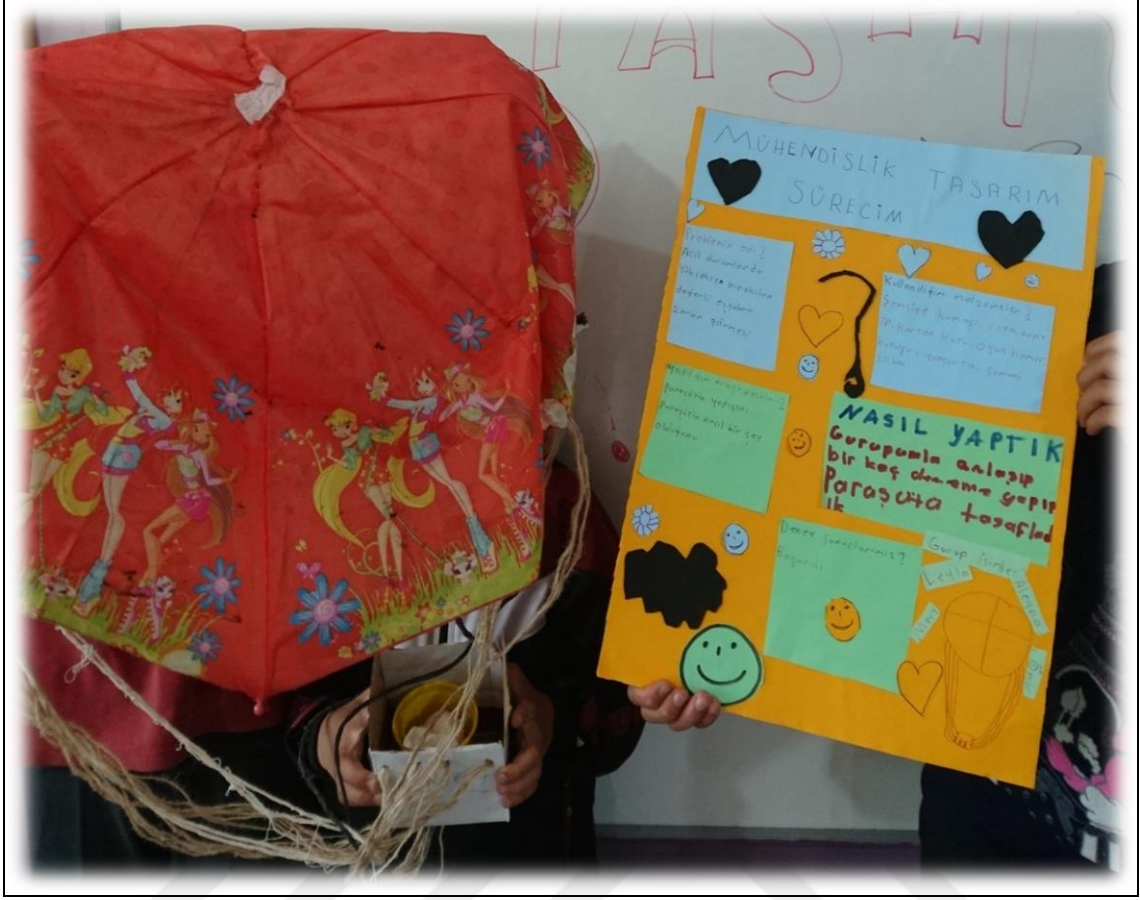
Mühendislik tasarım sürecinin bu adımına ait düşüncelerini grup üyelerinden Aylin günlüğünde şu şekilde dile getirmiştir.

Sevgili günlüğüm, bugün o kadar güzeldi ki anlatsam bitiremem. Bugün paraşüt yapımına başladık. Bizim gruptan herkes gerekli malzemeleri getirdi. Tasarımımıza başladık ama bir yerde zorlandım. O da şemsiye kumaşına delik açmaktı. Sonra grup arkadaşlarımla yardımlaşarak hallettik. Paraşütümüzü bitirdik. İnşallah bir sorun çıkmaz...Paraşütümüz iyi bir şekilde yere indi (SÖG,5. HAFTA).

Grup üyeleri çözüm önerilerine bağlı kalmışlar ve prototiplerini geliştirmişlerdir. Ayrıca öğrenciler yaptıkları denemeler neticesinde değerlendirmeler yapıp prototipleri üzerinde gerekli değişiklikleri yapabilmişlerdir. Grup üyeleri değişiklik önerisi olarak rüzgarı hesaba katarak tasarımlarını gözden geçirmeyi aralarında tartışmışlardır.

4. 2. 1. 3. 6. Çözümün Paylaşılması ve Yeniden Tasarlamaya Yönelik Bulgular

Mühendislik tasarım sürecinin bu adımında öğrencilerden prototiplerini arkadaşları ile paylaşmaları ve savunmaları adına poster tasarımları istenmiştir. Öğrencilere posterlerinde geçirdikleri süreçleri ele almaları, kısa ve anlaşılır ifadeler kullanmalarının önemi belirtilmiştir. Aylin ve Ayça'nın grubu geliştirmiş oldukları prototiplerini Şekil 47'de verilen poster ile sınıf ortamında paylaşmışlardır.



Şekil 47. Aylin ve Ayça'nın grubunun hazırlamış oldukları poster sunumuna ait görsel

Aylin ve Ayça'nın hazırlamış oldukları posterlerini sınıftaki diğer arkadaşlarına sunmuşlar, yumurtanın nasıl kırılmadan inmesini sağladığını anlatmışlardır. Öğrenciler, sınıftaki arkadaşlarından gelen soruları cevaplandırmışlar ve tasarımlarında değiştirmek istedikleri bölümleri açıklamışlardır. Öğrenciler tasarımlarını başarılı bulduklarını ifade etmişlerdir. Bu adımlar sonunda grup üyelerinden Ayça, günlüğünde şu ifadelere yer vermiştir:

Dün grubumuzla beraber tasarımımızı denemiştik. Bugün ise tasarımımızı ve hazırlamış olduğumuz posteri arkadaşlarımla ve öğretmenimle paylaştık. Birinci adımdan son adıma kadar çok güzel geçti. İnşallah öğretmenimiz yine böyle ders işler. Hepimiz çok sevdik (SÖG,6. HAFTA).

Grup üyelerinden Aylin de günlüğünde şu ifadelere yer vermiştir.

Bugün poster hazırladık ve sunduk. İlk basamaktan itibaren herşeyi postere yazıp açıkladık. Diğer gruplar da hazırladıkları posteri sundular. Hepimiz başarıya ulaştığımız için çok sevindik (SÖG,6. HAFTA).

Tüm bu açıklamalar ışığında Aylin ve Ayça'nın süreç boyunca mühendislik tasarım sürecinin iletişim aşamasını uygulama becerilerinin gelişim gösterdiği ve süreci olumlu olarak algıladıkları görülmektedir.

4. 2. 2. Öğrencilerin Mühendislik Tasarım Süreci Hakkındaki Düşüncelerine Ait Bulgular

Bu bölümde yapılan etkinliklerin öğrencilerin mühendislik tasarım sürecini uygulama becerilerini nasıl değiştirdiğini incelemek amacı ile süreç sonunda araştırmanın nitel çalışma grubuna ait olan 6 öğrenci ile gerçekleştirilmiş olan yarı yapılandırılmış görüşmelere ait bulgu ve yorumlara yer verilmiştir. Bu amaçla yapılan uygulamaların ardından çalışmanın nitel grubundaki 6 öğrenci ile Ek-4'de yer alan 'yarı yapılandırılmış görüşme formu' ile mühendislik tasarım süreci hakkında sorular yönetilmiştir. Öğrencilerden gelen cevaplar doğrultusunda yeni sorular yöneltilen görüşmede ilk olarak öğrencilere;

"Mühendislik tasarım süreci senin için ne ifade ediyor?" sorusu yöneltilmiş ve öğrencilerin verdiği yanıtlardan alınan cevaplar Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10. Öğrencilerin "Mühendislik Tasarım Süreci Senin İçin Ne İfade Ediyor?" Sorusuna Ait Görüşleri

Görüşler	Berk	Ece	Ali	Azra	Aylin	Ayça
Tasarım yapma	X		X		X	X
Problem çözme	X	X				X
Keşfetmek		X			X	
Bilgiyi uygulama				X	X	
Paylaşma ve iletişim		X	X			X

Görüşmede öğrencilerin verdikleri cevaplar incelendiğinde; mühendislik tasarım sürecinin öğrencilerde tasarlama, problem çözebilme, problemleri keşfedebilme, derste öğrendikleri bilgileri uygulama fırsatı bulma, paylaşım ve iletişimi ifade ettiği görülmektedir.

Öğrencilerden Berk yöneltilen soruyu; "Tasarım yapmak çok eğlenceliydi. Arkadaşlarımızla çok güzel etkileşimler oldu. Artık sorunları çözebiliyoruz." şeklinde yorumlamıştır. Diğer bir grup üyesi olan Ali ise soruya; "Benim için çok güzel bir süreçti. Birlikte bir takım olduk. Düşündük. Tasarımlar yaptık. Tartıştık ve çözüme ulaştık." şeklinde yanıt vermiştir. Ayça ise; "Bana tasarımı ifade ediyor. Ayrıca arkadaşlarımızla birçok şey paylaştık. Sorunlara çözümler ürettik." cümlelerini kurmuştur.

İkinci soruda öğrencilere “Mühendislik tasarım süreci kapsamında yaptığınız etkinlikler sana nasıl bir katkı sağladı?” sorusu yöneltilmiş olup, öğrencilerin verdiği yanıtlardan alınan cevaplar Tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 11. Öğrencilerin “Mühendislik Tasarım Süreci Kapsamında Yaptığınız Etkinlikler Sana Nasıl Bir Katkı Sağladı?” Sorusuna Ait Görüşleri

Görüşler	Berk	Ece	Ali	Azra	Aylin	Ayça
Hayal gücünü geliştirme		X		X	X	X
Mühendislik basamaklarını öğrenme	X	X	X			
Tasarımın önemini kavrama					X	X
Kendine güveni sağlama		X		X		
Grup içi etkileşimin güçlenmesi		X	X			
Problem çözebilme	X	X	X	X	X	X

Tablo 11’de gösterilen öğrenci görüşlerine bakıldığında, öğrenciler yapılan etkinliklerin sağladığı katkılar ile ilgili olarak hayal gücünü geliştirme, mühendislik tasarım sürecini öğrenme, tasarımın önemini kavrama, kendine güveni geliştirme, grup içi etkileşimin güçlenmesi ve problem çözebilme yeteneğinin gelişmesi konularında görüş bildirmişlerdir.

Öğrencilerden Ece, yöneltilen soruya, “Öncelikle kendime güvenim arttı. Başlangıçta yapamayacağımı düşünmüştüm. Başarmak çok güzelmiş. Hayal gücüm gelişti. Arkadaşlarımızla iletişimimiz güçlendi. Problemlere çözüm üretebiliyorum. Artık mühendis olmak istiyorum.” Şeklinde görüş bildirmiştir. Azra ise, “ Problemi çözebildiğimiz için kendine güvenim arttı. Farklı düşünceler artık aklıma geliyor.” Dedi. Öğrencilerden Aylin ise soruya, “Evet katkı sağladı. Problemlere çözümler üretebildiğimi gördüm. Mühendisliğin önemini anladım. Hayal gücüm de gelişti.” şeklinde cevap vermiştir.

Diğer soruda öğrencilere “Mühendislik tasarım sürecinin en çok hangi basamağında zorlandınız?” sorusu yöneltilmiş olup, öğrencilerin verdiği yanıtlardan alınan cevaplar Tablo 12’de gösterilmiştir.

Tablo 12. Öğrencilerin “Mühendislik Tasarım Sürecinin En Çok Hangi Basamağında Zorlandınız?” Sorusuna Ait Görüşleri

Görüşler	Berk	Ece	Ali	Azra	Aylin	Ayça
Problemi belirleme	X	X	X	X		X
Problemin araştırılması		X				
Kriter belirleme					X	X
Çözüm önerisi geliştirme			X			
Prototip yapımı	X			X		X

Tablo 12'deki görüşler incelendiğinde, öğrenciler süreçte en çok problemi belirleme ve prototip yapımı basamaklarında zorlandıklarını ifade etmişlerdir. Ayrıca öğrencilerden bazıları araştırma, kriter belirleme ve çözüm önerisi geliştirmede zorluk yaşadıklarını belirtmişlerdir.

Öğrencilerden Berk yöneltilen soruya, “Başlangıçta problemi belirlerken zorlandık. Bir de düzeneğimizi hazırlarken kesme ve birleştirme yaparken zorlandık.” cevabını verirken Ece ise, “Problemi belirlerken zorlandık. İlk defa karşılaşmıştık çünkü. Araştırma yaparken site seçiminde zorlandık.” şeklinde görüş bildirmiştir. Öğrencilerden Ayça ise yöneltilen soruya, “Problemi belirlemede. Kriterleri belirlerken de zorlandık. El becerimiz de biraz zayıftı.” cevabını vermiştir.

Son olarak öğrencilere “Mühendislik tasarım süreci kullanılarak işlenen fen bilimleri dersi hakkında neler düşünüyorsunuz?” sorusu yöneltilmiştir. Öğrencilerden gelen cevaplar üzerine Tablo 13 oluşturulmuştur.

Tablo 13. Öğrencilerin “Mühendislik Tasarım Süreci Kullanılarak İşlenen Fen Bilimleri Dersi Hakkında Neler Düşünüyorsunuz?” Sorusuna Ait Görüşleri

Görüşler	Berk	Ece	Ali	Azra	Aylin	Ayça
Çevredeki sorunların farkına varma	X					X
Yaparak/yaşayarak öğrenmeyi sağlama		X	X	X	X	X
Yaratıcılığın gelişmesi	X		X		X	
Eğlenceli ders			X	X	X	
Zaman alıcı/gürültülü		X				

Öğrenciler mühendislik tasarım süreci ile işlenen fen bilimleri dersi ile ilgili olarak sorunların farkına varma, yaratıcılığın gelişmesi, dersi eğlenceli buldukları ve büyük çoğunluğu da yaparak/yaşayarak öğrenmeyi sağladığını belirtmişlerdir. Öğrencilerden biri de görüşlerine dersin zaman alıcı ve gürültülü olduğunu eklemiştir.

Öğrencilerden Aylin yöneltilen soruya, “Bence derslerin böyle işlenmesi daha iyi. Daha iyi kavriyoruz. Yaparak öğreniyoruz. Konunun detaylarını daha iyi öğrendim. Sorunların farkına vardım.” şeklinde cevap verirken Azra ise, “Olumlu düşünüyorum. Eğlenceliydi. Daha iyi öğrendim. Bilgileri uyguladık.” demiştir. Öğrencilerden Berk ise yöneltilen soruya, “Bence güzel oldu. Tasarım yapmak çok eğlenceli. Yeni bilgiler öğrenebildik. Farklı fikirler ürettik. Sorunları fark etmeye başladım.” cevabını vermiştir.

5. TARTIŞMA

Bu araştırma, Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM) eğitimi temelinde "Mühendislik Tasarım Süreci Dokümanı" hazırlamak, hazırlanan etkinlikleri uygulamak ve etkinliklerin öğrencilerin STEM tutumlarına ve mühendislik tasarım sürecini uygulama becerilerine olan etkisini incelemek amacı ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın bu bölümünde araştırmanın tüm alt problemleri için ulaşılan sonuçlar, araştırma süresince toplanan nicel ve nitel verilerden elde edilen sonuçlar ilgili literatür ile tartışılarak sunulmuştur.

5. 1. Öğrencilerin STEM'e Yönelik Tutumlarına İlişkin Tartışma

Bu çalışmada STEM entegrasyonu kapsamında hazırlanan ve uygulanan etkinliklerin öğrencilerin STEM tutumlarına etkisini belirlemek amacı ile nicel veriler kullanılmıştır. Öğrencilerin STEM tutum ölçeklerinden elde edilen bulgulara göre mühendislik tasarım süreci boyunca yapılan etkinliklerin ortaokul 5. sınıf öğrencilerinin STEM'e yönelik tutumlarını artırmakta etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. STEM'e ilişkin öğrenci tutumlarında hareketli bir değişimin yaşandığı ortaokul yılları, STEM entegrasyonu kapsamında sınıfta gerçekleştirilen etkinliklerin bu dönemde öğrencilerin STEM'e karşı olumlu bir tutum sergilemelerini sağlamaktadır (Anderman ve Maehr, 1994; Morell ve Ledermann, 1998). Öğrencilerin tutumlarında görülen anlamlı değişim beklenen bir durumdur.

Araştırma öncesinde ön test ve sonrasında son test olarak uygulanan STEM tutum ölçeğinin fen, matematik, mühendislik ve 21. yy becerileri olarak boyutları ayrı ayrı incelendiğinde ise, ölçeğin tüm boyutlarında öğrenci tutumlarında istatistiksel anlamda son test lehine anlamlı bir fark tespit edilmiştir. Araştırmanın bu bulgusundan, gerçekleştirilen STEM etkinliklerinin öğrencilerin fen, matematik, mühendislik ve 21. yy becerilerine karşı olumlu bir tutum geliştirdikleri tespit edilmiştir.

Araştırmadan elde edilen sonuçla benzerlik gösteren başka çalışmalar da mevcuttur. Söz konusu çalışmalar, STEM uygulamalarının öğrencilerin STEM disiplinlerine karşı olumlu yönde tutum geliştirmelerine etkisi olduğunu göstermektedir (Gülhan ve Şahin, 2016; Özdoğru, 2013; Yamak, Bulut ve Dünder, 2014; Yasak,2017). Gülhan ve Şahin (2016) STEM eğitiminin 5. sınıf öğrencilerinin bu alanlara karşı tutumlarına etkisini inceledikleri araştırmanın bulguları, STEM eğitiminin öğrencilerin tutumlarını olumlu yönde geliştirdiğini göstermektedir. Guzey, Harwell ve Moore (2014)

STEM merkezli okullar ile STEM merkezli olmayan okulların STEM alanlarına ilişkin tutumlarını karşılaştırdıklarında, STEM merkezli okullarda eğitim alan öğrenciler lehine anlamlı bir fark gözlemlenmiştir. Rehmat (2015) araştırmasında dördüncü sınıf öğrencileriyle probleme dayalı STEM etkinlikleri gerçekleştirmiş ve yapılan etkinliklerin deney grubu öğrencilerinin STEM'e karşı tutumlarını artırdığı sonucuna varmıştır. Bu araştırmalar öğrencilerin STEM alanlarına karşı tutumlarının gelişmesi açısından yapılan araştırmayı destekleyici niteliktedir.

Serbest öğrenci günlüklerinden, öğrenciler ile yapılan görüşmelerden ve gözlem notlarından elde edilen bulgular da, bu çalışmada hazırlanan ve uygulanan Fen ve Mühendislik uygulamalarının öğrenciler tarafından eğlenceli ve zevkli olarak değerlendirilmesinin öğrencilerin STEM alanlarına yönelik tutumlarının artmasında önemli bir rol oynadığı söylenebilir. Öğrencilerin STEM'e yönelik tutumlarının artmasının nedenleri arasında uygulanan mühendislik tasarım süreci dokümanındaki etkinlikler sayesinde öğrencilerin hayal ettikleri bir tasarımı prototip haline getirip, bir ürün elde etmeleri ve karşılaştıkları bir problemi kendi ürettikleri tasarımlar yoluyla çözmeleri olabilir. Öğrenciler yaptıkları etkinlikler sonucunda işe yarayan bir ürün tasarladıklarında derste öğrenmiş oldukları bilgilerin gerçek yaşam problemlerini çözme noktasında işe yaradığını fark etmekte ve daha fazla bilgi sahibi olma yoluna gitmektedirler. Araştırmadan elde edilen bu sonuç literatürdeki bilgileri desteklemektedir (Çavaş, Bulut, Holbrook ve Rannikmaa, 2013; Doppelt vd., 2008; Harkema, Jadrach ve Bruxvoort, 2009).

5. 2. Öğrencilerin Mühendislik Tasarım Süreci Uygulama Becerilerine İlişkin Tartışma

Bu çalışmada, STEM entegrasyonu kapsamında hazırlanan etkinliklerin 5. sınıf öğrencilerinin mühendislik tasarım sürecini uygulama becerilerine olan etkisini incelemek amacı ile nitel veriler kullanılmıştır. Bu amaçla nitel verilerin toplandığı çalışma grubundaki öğrencilerle yapılan görüşmeler, gerçekleştirilen gözlemlere ait notlar, öğrencilere ait günlükler ve temel veri kaynağı olarak mühendislik tasarım süreci dokümanlarından ile elde edilen bulgular, bulgular bölümünde ayrıntılı olarak verilmiştir. Bu bölümde nitel veri kaynaklarından elde edilen sonuçlara bütüncül bir bakış açısı ile bakılarak, mühendislik tasarım süreci basamakları ayrı ayrı olarak ele alınacaktır.

5. 2. 1. Problem ya da İhtiyacın Belirlenmesine Yönelik Tartışma

Bu basamakta öğrencilerin performansları tasarım sürecinin bir problem durumu ile başladığını belirleyebilme, çevresinde olan problem durumlarını tanımlayabilme ve adımın

sonunda grup içerisinde kendi problem durumlarını ortaya koyabilme çerçevesinde sunulmuştur.

Nitel çalışma grubundaki Berk, Ece, Ali, Azra, Aylin ve Ayça adlı öğrenciler yapılan etkinliklerde bir tasarımı başlatan sürecin problemi fark etme ile başladığını sezebilmişlerdir. Verilen bir olayda karşlarına çıkan problem durumlarını tanımlayabilmişlerdir. Fakat süreç sonunda öğrencilerden Berk ve Ece'nin grubu ile Ali ve Azra'nın grubu kendi problem durumlarını ortaya koymakta zorlanmışlar ve araştırmacının yönlendirmelerine ihtiyaç duymuşlardır. Öğrencilerle yapılan görüşmelerden elde edilen bilgiler de bu adımda genel olarak sorun yaşadıklarını göstermektedir.

Fen ve mühendislik eğitiminde amaç öğrencilere teorileri nasıl anlayacaklarını ve problem durumlarını nasıl çözeceklerini öğretmekten ziyade, onlara problemi tespit edebilme becerisini kazandırmaktır. Bu noktada problem durumlarını keşfetme bilimsel yaratıcılığın en önemli temelidir (Aktamış ve Ergin, 2007). Fen eğitiminde amaç, öğrencileri fen okuryazarı donanımına sahip bireyler olarak yetiştirmek ve bilim insanlarının ortaya koydukları teorileri ve kuramları nasıl keşfettiklerini kavramalarını sağlamaktır. Bu şekilde öğrenciler günlük yaşamlarında içerisinde buldukları olaylarda problemi bulma ve problemi çözmeye yönelik olarak hipotezler geliştirerek çözüme ulaşmalarında bilimsel süreç becerilerini uygulayabilirler (Liang, 2002). STEM eğitimi temelinde hazırlanan birçok çalışma öğrencilere var olan problem durumlarını çözmeye yönelik geliştirilmiştir. Yapılan bu çalışma mühendislik tasarım süreci temelden ele alınıp, her bir adımın öğrencilere nasıl kavratılması gerektiğine odaklanılarak etkinlikler uygulanmıştır. Problemin ve ya ihtiyacın belirlenmesi adına yapılan etkinlikler, öğrencilerde tasarım sürecinin bir problem durumu ile başladığını belirleyebilme, çevresinde olan problem durumlarını tanımlayabilme, bir problem durumunu fark edebilme ve ortaya koyabilme yeterliliklerin gelişmesine olumlu bir katkı sağladığı görülmektedir.

5. 2. 2. Probleme Yönelik İhtiyacın Araştırılmasına Yönelik Tartışma

Öğrencilerin bu aşama için gerçekleştirdikleri performans, bilgi kaynaklarının güvenilirliğini sorgulayabilme ile problemlerine yönelik kriter ve sınırlılıkları belirleyebilme çerçevesinde ele alınmıştır.

Öğrenciler güvenilir bilgi kaynakları ile ilgili yapılan etkinlikler sonrasında, araştırma yapacakları kaynakların güvenilir olup olmadığını sorgulayabilmişlerdir. Elde edilen bilgilerin doğru ve tarafsız olması açısından büyük öneme sahip olan bilgi kaynaklarının aynı zamanda etik ilkelere uygunluğu hakkında da öğrenciler bilgi sahibi olmuşlardır. Her grup kendi belirlediği problem durumunu internet sitelerinden araştırmış, güvenilir olduğunu teyit ettikleri internet sitelerinden bilgi almışlardır. Öğrenciler araştırma yaparken

güvenilir siteleri tercih etmişler, fakat kendi yaşlarına uygun internet sayfaları bulmakta zorlanmışlardır. Nasset (2008), arama motorlarının tasarımlarının öğrencilerin yaş seviyesine uygun olmayışı, öğrencilerin bilgiye ulaşma sürecini zorlaştıran etkenler olarak değerlendirmektedir. Ayrıca öğrenciler araştırma yapmadan önce anahtar kelimeleri belirlerken öncelikle uzun ifadeler kullanmışlar, araştırmacının yönlendirmeleri ve tartışmalar sonucunda kendi anahtar kelimelerini sınırlamışlardır. Guinee (2004) ise yaptığı araştırmada, öğrencilerin anahtar kelimeleri ve sorguda kullanacakları kelimeleri ortaya koymakta zorlandıklarını göstermektedir. Öğrencilerin bilgi düzeyleri, dili kullanma becerileri ve bilgisayar kullanma deneyimleri gibi faktörlerin bu durumu ortaya çıkaran sebepler olarak gösterilmiştir.

Henkoğlu, Mahiroğlu ve Keser (2015), ortaokul öğrencilerinin bilgiye ulaşma yolu olarak internete yaklaşımlarını incelediği araştırmasında öğrencilerin öğrencilerin bilgiye ulaşma noktasında ilk olarak interneti kullandıklarını belirlemiş, internetin çok hızlı ve rahat bir şekilde bilgi kaynaklarına ulaşma olanağı sağlayan ve her çeşit bilginin bulunabileceği bir ortam olarak öğrenciler tarafından algılandığını ortaya koymuşlardır. Ayrıca araştırmanın bulguları internetin sunduğu faydaların yanında bilgiye ulaşmada bazı sorunları da meydana getirdiğini ve öğrencilerin internet ortamında ulaştıkları bilgileri kullanırken, kaynak belirtme noktasında eksik bir anlayışa sahip olduklarını da ortaya koymuştur. Öğrencilerin bilgiye ulaşma yollarından biri olan interneti en çok tercih ettikleri göz önüne alındığında, internette araştırma yapma becerilerinin öğrencilere küçük yaşlardan itibaren kazandırılması önemlidir. Bu noktada öğrencilere problem durumlarını araştırmaya başlamadan önce yapılan etkinliklerle güvenilir veri kaynaklarının tanıtılması ve sınıfça tartışmaların yapılması, öğrencilerde güvenilir bilginin önemini anlaşılmasına ve bu sayede yaptıkları araştırmalarda önlerine çıkan bilgileri analiz edip en doğru bilgiyi elde etmelerini kolaylaştırmıştır.

Bu adımda öğrenciler aynı zamanda problemlerine uygun kriterler belirlemişlerdir. Kriter ve sınırlılıklarla ilgili yapılan etkinlik sonrasında öğrenciler bu kavramları somutlaştırabilmiş ve kendi problem durumlarına uygulamaya çalışmışlardır. Öğrenciler kendi problem durumlarına ait kriterleri tespit edebilmişlerdir. Öğrencilerden Berk ve Ece'nin grubu kriter kapsamına girmeyecek bazı ifadeleri kriterlere almışlardır. Cardella, Atman, Adams ve Turns (2002) gerçekleştirdikleri araştırmada tasarım problemlerinin seçiminde dikkatli olunması gerektiğini ifade etmişlerdir. Kriter ve sınırlılıkların problem bağlamı ile doğrudan ilişkili olması, öğrencilerin bu faktörleri belirlerken sorun yaşamaları doğal bir sonuç olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu doğrultuda araştırma kapsamında ulaşılan sonucun ilgili literatür ile uyum gösterdiği ifade edilebilir. Öğrencilerin ilk kez

karşılaştıkları bu kavramlar ışığında gerçekleştirilen etkinliklerin, öğrencilerde genel olarak kriter belirlemenin gereğini kavramaları noktasında önemli görülmektedir.

5. 2. 3. Olası Çözümlerin Araştırılması ve Geliştirilmesine Yönelik Tartışma

Öğrencilerin bu aşama için gerçekleştirdikleri performans, problemlerine yönelik uygun çözüm önerileri geliştirebilmeleri ve problemlerinin çözümüne yönelik taslak çizimleri yapabilmeleri çerçevesinde ele alınmıştır.

Mühendislik tasarım sürecinin en fazla yaratıcılık gerektiren bu bölümünde öğrencilerden kendi problem durumlarına çözümler sunmaları beklenmiştir. Öncesinde öğrencilerin yaratıcılıklarını geliştirme adına etkinlikler yapılmış ve farklı sorunlara birden fazla çözüm önerisi getirmeleri amaçlanmıştır. Gruptaki öğrencilerin etkinliklere istekli biçimde katılmış, birbirlerinin fikirlerini inceleyerek eksik ve ya olumlu yönlerini tartışmışlardır. Etkinliklerde öğrencilerin farklı problemler üzerinde düşünmeleri, çeşitli sorular sormaları, fikirlerini birbirleri ile paylaşmaları, kendi problemlerinin çözümü noktasında katkı sağlamıştır. Öğrencilerin yapılan etkinlikler sonrasında ortaya koydukları çözüm önerileri incelendiğinde problem durumlarına uygun, bilimsel prensiplere aykırı olmayan öneriler ortaya koydukları görülmüştür. Bu noktada öğrencilerin seçmiş oldukları problemlerle ilgili olarak fen dersinde edinmiş oldukları teorik bilgilerin de etkisinin olduğu görülmektedir.

Aylin ve Ayça'nın grubu eşyaların zarar görmesini engelleyici olarak tasarlamayı düşündükleri paraşütü, daha önce fen dersinde görmüş oldukları hava direnci ile ilişkilendirmişler, böylece soruna gerçekçi çözümler getirebilmişlerdir. Öğrenciler bu adımda çözüm önerisi sunarken başlangıçta belirlenen kriter ve sınırlılıkları tam olarak göz önüne almamışlar, malzeme ve zaman bakımından sınırlılıklara uymayacak önerilerde de bulunmuşlardır. Bu aşamada öğrenciler araştırmacı tarafından yönlendirilmiş olup, kendi araştırma süreçlerini planlamada aksaklık yaşamışlardır. Bu süreçte öğrencilerin mühendislerin kullandıkları tasarım sürecinden bunun gibi bazı farklılıkların yaşanması olağandır (Gomez Puente, Eijck ve Jochems, 2011).

Öğrenciler bu adımda yaptıkları etkinliklerle bir probleme birden fazla çözüm önerisi getirebilmişlerdir. Öğrencilere karşı karşıya kalmış oldukları problem durumlarını çözmeleri için fırsatlar yaratılması, öğrencilerin problem çözebilme becerilerinin gelişmesine olanak sağlamaktadır (Kaptan ve Korkmaz, 2002). Böylelikle problem çözebilme becerilerini geliştiren öğrencilerin yaratıcılıklarının da beraberinde gelişeceği açıktır. Problemin çözümü için uygun öneriler getirmek için problemin yapısını, problem durumunu çok iyi analiz etmek gerekmektedir (Çınar, 2007). Öğrenciler uygulanan

etkinlikler sayesinde beyin fırtınası yapmışlar, grup içerisinde neden ve nasıl gibi soruları tartışarak problemlerine çözüm önerisi getirmeye çalışmışlardır. Mühendislik tasarım süreci dokümanının bu adımında uygulanan etkinlikler, öğrencilere problem durumları üzerinde ayrıntılı düşünebilme imkanı sağlamıştır.

5. 2. 4. En Uygun Çözümün Belirlenmesine Yönelik Tartışma

Öğrencilerden bu adımda grup içerisinde çözüm önerilerinin farklı ve ortak yönlerini belirleyebilmeleri, getirdikleri çözüm önerilerinin kriter ve sınırlılıklara uygunluğunu tespit etmek için karar tablolarını hazırlayabilmeleri, en uygun ortak çözüme karar verebilmeleri ve karar verdikleri çözüm önerisini dayanaklandırabilmeleri beklenmiştir.

Bu amaçla öncelikle her grup daha önce belirlenen kriter ve sınırlılıklar doğrultusunda kendi karar tablolarını oluşturmuştur. Öğrenciler tabloları oluştururken, örnek olarak verilen ve sınıfça tartışılan başka karar tablolarından yararlanmışlardır. Berk ve Ece'nin grubu yapmış oldukları karar tablolarında iki farklı çözüm önerisini birleştirebilmişler, böylece farklı çözüm önerilerinin güçlü yönlerini tasarımlarında ortaya koyabilmişlerdir. Bu noktada ortaya koyulan çözümlerin problem durumları için en uygun hale getirilmesinde farklı çözüm önerilerinin güçlü yönlerini birleştirme yaklaşımının ortaya koyulmuş olması bu basamakta gösterilen gelişimi ortaya koymaktadır. Bu durumun, öğrencilerin en uygun çözümü belirleme noktasında etkin olduğu, uygulama esnasında öğrenci gözlemlerinden de anlaşılmaktadır. Başlangıçta herhangi bir dayanaklandırma yapmadan bir çözüm önerisi belirlemeye çalışan öğrenciler, karar tablolarını yaparak hem daha kolay sonuca ulaşmışlar, bir mühendis gibi davranmışlar, hem de seçimlerini dayanaklandırabilmişlerdir. Bu aşamada kullanılan karar matrisleri, profesyonellerin farklı çözümleri, kriter ve kısıtlamalar ışığında sistematik olarak analiz etmelerine imkan sağlayan bir karar aracı olarak tanımlanmaktadır (Lashgari, Fouladgar, Yazdani-Chamzini ve Skibniewski, 2011). Bu aşamada gerçekleştirilen etkinliklerin öğrencilerden beklenen yeterlilikleri karşıladığı sonucuna varılmıştır.

5. 2. 5. Prototip Yapımı ve Test Edilmesine Yönelik Tartışma

Öğrencilerin bu aşama için gerçekleştirdikleri performans, tasarım çizimlerine uygun prototipi geliştirebilme, test sonuçlarını tablo ve ya grafikte kaydedebilme ve grup içerisinde prototipin iyileştirilmesine yönelik fikirler sunabilme yeterlilikleri çerçevesinde ele alınmıştır.

Öğrenciler bu aşamada öncelikle tasarımlarının çizimlerini yapmışlardır. Ardından prototip yapım aşamasına geçen öğrenciler, yaptıkları aşamaları tasarım kararlarına genel

olarak uygun bir biçimde yürütmüşlerdir. Aşama boyunca daha sistematik çalışmaya gayret etmiş, prototipleri üzerinde çeşitli iyileştirmeler gerçekleştirmişlerdir. Robinson ve Mangold (2013) bu durumun önemini tasarım temelli fen eğitiminin prototip yapım aşamasını, deneme-yanılma yoluyla bir ürün ortaya koymaktan ziyade, tasarım problemlerinin çözümünde takip edilen sistematik yaklaşımın bir aşaması haline getirmek olduğu kanısı ile ortaya koymuşlardır. Öğrencilerin mühendislik tasarım sürecinde tasarımlarını geliştirmeleri mühendislik tasarım süreci basamaklarını adım adım kavrayıp, anlamlandırmaları sonucu olmuş, yalnızca deneme-yanılmadan ibaret bir sonuç olmamıştır. Berk ve Ece'nin grubu tasarım çizimlerine uygun olarak prototiplerini tasarlamışlar, Ali ve Azra'nın grubu ise tasarımda kullanmayı planladıkları ayna yerine farklı bir malzeme kullanmışlardır. Aylin ve Ayça ise tasarımlarında fazla ayrıntı vermedikleri ve kullanacakları malzemelerin ağırlıklarını hesap etmedikleri için, prototiplerini yaparken zorlanmışlardır. Öğrenciler prototiplerini test etme aşamasında fark ettikleri eksikliklere yönelik gerekli iyileştirmeleri yapmışlar ve süreç sonunda başarılı bir prototipler meydana getirmişlerdir. Yapılan prototipler var olan problem durumlarını çözebilmiş, fakat belirlenen kriterlerin hepsini karşılama noktasında yetersiz kalmışlardır. Örneğin Berk ve Ece'nin grubu kriterlerinde belirledikleri iki litre su arıtma kriterine uymamış, en çok 200 ml arıtabilmişlerdir. Diğer gruplar ise kriterlerini karşılayabilmişlerdir. Bu aşamada hazırlanan ve uygulanan etkinlikler öğrencilerin mühendislik tasarım sürecine yönelik anlayışlarını geliştirmektedir. Bu süreç prototip yapım aşamasını, deneme-yanılma yönteminden ziyade, mühendislik tasarım basamaklarının izlenmesiyle meydana gelen bir süreç haline getirmektedir (Robinson ve Mangold, 2013). Bu bağlamda uygulanan etkinlikler öğrencilere mühendislik tasarım sürecinin işleyişini kavratması açısından öğrencilere katkı sağlamıştır.

5. 2. 6. Çözümün Paylaşılması ve Yeniden Tasarlamaya Yönelik Tartışma

Öğrencilerden bu adımda gerçekleştirdikleri performans, tasarımlarını tüm süreçleri ile birlikte açıklayabilmeleri, tasarımını verilere dayanarak savunabilmeleri ve tasarımı yeniden gözden geçirerek gerekli iyileştirmeleri yapabilmeleri çerçevesinde sunulmuştur.

Öğrenciler bu süreçte test sonuçlarını, iyileştirmelere yönelik kararlarını, bu kararları verme gerekçelerini paylaşırlar (NRC, 2012). Bu doğrultuda grup üyeleri süreç boyunca kendi grup arkadaşları ile süreci yöneten öğrenciler, yaptıkları tasarımları poster sunumları ile sınıftaki diğer grup üyeleri ile paylaşmışlardır. Öğrenciler genel olarak posterlerinde problemin adı, kullanılan malzemeler, prototipin nasıl yapıldığı ve ulaştıkları sonuçları ifade etmişlerdir. Berk ve Ece'nin grubu sunumlarında yöneltilen soruların ve

düşüncelerin yönlendirmesi ile tasarımlarında değiştirmek istedikleri bölümler üzerinde durmuşlardır. Ali ve Azra'nın grubu ise tasarımlarının başarılı olduklarını dile getirmişler ve bunu destekleyici kanıtlar sunmuşlardır. Grup üyeleri tasarımlarında değiştirmek istedikleri bir bölüm olmadığını ifade etmişlerdir. Aylin ve Ayça'nın grubu da prototiplerini yaparken geçirdikleri zorlukları ifade etmişler, kullandıkların malzemelerin ağırlık ve ölçülerini tamamen hesaplayıp, tekrar denemek istediklerini ifade etmişlerdir. Öğrenciler bu süreçte takım halinde çalışmış, bazı noktalarda diğer grup üyeleri ile etkileşime geçmişlerdir. Öğrencilerin prototiplerini sistematik bir şekilde oluşturmuş ve sunmuşlardır. Bu noktada hazırlanan ve uygulanan mühendislik tasarım süreci dokümanının öğrencilerde mühendislik tasarım sürecini uygulama becerilerine olumlu yönde etki ettiği açıktır.



6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Araştırmanın bu bölümünde çalışmada ulaşılan bulgulara dayanarak varılan araştırma sonuçları ve öneriler sunulmuştur.

6. 1. Sonuçlar

1. Yapılan araştırmada STEM tutum ölçeği ile toplanan ve analizi yapılan verilere bakıldığında son test lehine anlamlı bir sonuç elde edilmiştir. Araştırmanın bulguları incelendiğinde, mühendislik tasarım süreci kapsamında hazırlanan ve uygulanan mühendislik tasarım süreci dokümanının öğrencilerin STEM'e yönelik tutumlarına olumlu yönde katkı sağladığı sonucuna varılmıştır.
2. Araştırma kapsamında uygulanan mühendislik tasarım süreci dokümanı etkinlikleri, öğrencilerin problem durumlarını günlük hayat ile ilişkilendirebilmelerine olanak sağlamış, uygulama öncesinde zihinlerinde canlanan mühendislik kavramını anlamlandırmalarına ve sürece karşı motivasyonlarının artmasına neden olmuştur.
3. Öğrencilerin elde ettikleri tasarımları mühendislerin izlediği basamaklardan geçerek oluşturmaları, derste öğrendikleri bilgileri gerçek yaşamda kullanabilmeleri, grup içerisinde fikir alışverişinde bulunmaları ve paylaşımları, öğrencilerin STEM'e yönelik olumlu tutum geliştirmelerini sağlamıştır.
4. Araştırmada mühendislik tasarım süreci dokümanından elde edilen bulgular, öğrencilerle yapılan görüşmeler, öğrencilerin tutmuş oldukları günlükler ,etkinlikler süresince yapılan gözlemler öğrencilerin mühendislik tasarım sürecini uygulama becerilerini olumlu yönde etkilediği sonucuna varılmıştır.
5. Mühendislik tasarım sürecinin her bir basamağı için, farklı becerileri geliştirmek adına birden fazla etkinlik tasarlanıp uygulanması, adımların öğrenciler tarafından keşfedilmesi ve adlandırılması, öğrencilerin ilk kez karşılaşmış oldukları bu süreci anlamlandırmaları ve mühendislik tasarım sürecini doğru kavramaları adına olumlu sonuç vermiştir.

6. 2. Öneriler

Araştırmanın bu bölümünde, elde edilen sonuçlara bağlı olarak ortaya koyulan önerilere ve ileride yapılabilecek araştırmalara yönelik önerilere yer verilmiştir.

6. 2. 1. Araştırma Sonuçlarına Dayalı Öneriler

2018 tarihinde güncellenen Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda 2017 taslak programda yer alan ve 2017-2018 eğitim-öğretim yılında 5. sınıflarda uygulanan Fen ve Mühendislik konu alanına girişimcilik de eklenerek Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları adıyla programda yeni yerini bulmuştur. Programda Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları adı altında öğrencilerden günlük hayatta karşılaştıkları problemleri tanımlamaları, tanımladıkları problemlerin günlük hayatta kullanılan veya karşılaşılan araç, nesne veya sistemleri geliştirmeye yönelik olmasının beklendiği ve tanımladıkları problemlerini malzeme, zaman ve maliyet kriterleri kapsamında ele almaları MEB Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda belirtilmiştir. Bu noktada öğrenci ve öğretmenlerin ilk kez karşılaşmış oldukları bu süreçte araştırma sonuçlarına dayalı olarak şu önerilerde bulunulabilir:

1. Fen ve mühendislik artık Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda yer alan ve kazanımlarla belirlenmiş bir alan olması nedeniyle, mühendislik tasarım sürecinin iyi anlaşılması, mühendislik tasarım temelli etkinliklere derslerde yer verilmesi ve mühendislik tasarım sürecinin bilinmesi, sürecin uygulanması bakımından önemlidir. Bu araştırma kapsamında hazırlanan mühendislik tasarım süreci dokümanı bu süreçte öğrenci ve öğretmenlere bir rehber niteliğinde görülebilir.
2. Fen bilimleri derslerinde STEM uygulamalarının nasıl kullanılacağına ilişkin çeşitli çalışmalar yapılabilir ve öğretim programında yer alan kazanımlarla ilişkili olacak şekilde uygun etkinlikler geliştirilebilir.
3. Mühendislik tasarım sürecinin uygulanmasında öğrenciler sınıf ortamında genellikle grup çalışması şeklinde süreci yürütmektedirler. Uygulayıcı konumundaki öğretmenler yapacakları uygulamalarda öğrencileri gruplara ayırırken öğrencilerin isteklerini dikkate alarak işbirlikli gruplar olması için gerekli önlemleri almalıdırlar.
4. Fen Bilimleri öğretim programında yeni bir alan olan Fen, Mühendislik ve Girişimcilik konu alanının öncelikle uygulayıcı konumundaki öğretmenler tarafından iyi anlaşılması, doğru uygulanabilirliği açısından önemlidir. Bu noktada öğretmenlere gerekli eğitimler verilerek, uygulamaların sadece deney ve etkinlik mantığından çıkarılıp, mühendislik tasarım sürecinin özünün anlaşılması ve kavratılması gerekmektedir.
5. Mühendislik tasarım sürecinin uygulanmasında bir bütünlük oluşturulması ard arda olan derslerde yürütülmesinin daha uygun olacaktır. Uygulayıcı

konumundaki öğretmenlerin sürecin anlaşılabilirliği ve bütünlüğünün korunması amacı ile ders saatlerini ayarlamaları gerekmektedir.

6. Mühendislik tasarım sürecinin uygulanmasında öğrencilerin mühendisliğin doğasına giriş için ders içi etkinliklerin yanı sıra ders dışı etkinlikler de uygulanabilir.

6. 2. 2. İleride Yapılabilecek Araştırmalara Yönelik Öneriler

1. Bu araştırmada hazırlanan Mühendislik Tasarım Süreci Dokümanı 5. Sınıf öğrencilerinde uygulanmıştır. Yapılacak araştırmalar farklı sınıf düzeyleri esas alınarak uygulanabilir.
2. Fen Bilimleri öğretmen adaylarının mühendislik tasarım sürecine yönelik algı, tutum ve yeterliliklerini belirlemeye yönelik araştırmalar gerçekleştirilebilir.
3. Fen Bilimleri öğretim programında 2018 senesinden itibaren yer alan Fen, Mühendislik ve Girişimcilik uygulamalarının derslerde kullanımına ilişkin materyaller geliştirilip uygulanabilir.
4. Ortaokul öğrencilerinin mühendislik tasarım süreci uygulama becerilerini incelemek amacı ile, daha fazla katılımcı içeren araştırmalar yapılabilir.
5. Fen Bilimleri öğretmenlerinin derslerinde mühendislik tasarım sürecini kullanma durumlarını ve sınıflarındaki uygulamalarında karşılaştıkları zorlukları inceleyen araştırmalar yapılabilir.

7. KAYNAKLAR

- Akgül, A. ve Çevik, O. (2003). *İstatistiksel analiz teknikleri* (1. baskı). Ankara: Emek Ofset.
- Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, S. M., Öner, T. ve Özdemir, S. (2015). *STEM eğitimi Türkiye raporu*. <http://fs.hacettepe.edu.tr/hstem/dosyalar/STEMRaporu.pdf> adresinden 16 Şubat 2018 tarihinde edinilmiştir.
- Aktamış, H., ve Ergin, Ö. (2007). Bilimsel süreç becerileri ile bilimsel yaratıcılık arasındaki ilişkinin belirlenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33(33), 11-23.
- Altan, E. B., Yamak, H., ve Kırıkkaya, E. B. (2016). Hizmet öncesi öğretmen eğitiminde FeTeMM eğitimi uygulamaları: Tasarım temelli fen eğitimi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(2), 212-232.
- American Association for the Advancement of Science. (1993). *Benchmarks for scientific literacy*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Anderman, E. M., and Maehr, M. L. (1994). Motivation and schooling in the middle grades. *Review of Educational Research*, 64(2), 287-309.
- Asghar, A., Ellington, R., Rice, E., Johnson, F., and Prime, G. M. (2012). Supporting STEM education in secondary science contexts. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 6(2), 4.
- Avrupa Birliği Bakanlığı. (2017). *Ufuk 2020*. https://www.ab.gov.tr/files/SBYPB/birlik%20programlari/horizon_2020_programi.pdf adresinden 24 Aralık 2017 tarihinde edinilmiştir.
- Aydın, G., Saka, M., ve Guzey, S. (2017). 4., 5., 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin STEM (FeTeMM) tutumlarının bazı değişkenler açısından incelenmesi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(2), 787-802.
- Bahar, M., Yener, D., Yılmaz M., and Emen, H., Gürer, F. (2018). 2018 Fen bilimleri öğretim programı kazanımlarındaki değişimler ve fen teknoloji matematik mühendislik (STEM) entegrasyonu. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(2), 702-735.
- Bakioğlu, A.(Ed.) (2013). *Karşılaştırmalı eğitim yönetimi / PISA'da başarılı ülkelerin eğitim sistemleri*. (2). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Berlin, D. F., and Lee, H. (2005). Integrating science and mathematics education: Historical analysis. *School Science and Mathematics*, 105(1), 15-24.
- Binkley, M., Erstad, O., Herman, J., Raizen, S., Ripley, M., and Rumble, M. (2010). *Defining 21st century skills. White paper commissioned for the assessment and teaching of 21st century skills project (ATC21S)*. Melbourne, Australia: Assessment and Teaching of 21st Century Skills.

- Bogdan, R. C. and Biklen, S. K. (2007). *Qualitative research for education, an introduction to theories and methods* (5th ed.). USA: Pearson Education Inc.
- Bozkurt, E. (2014). *Mühendislik tasarım temelli fen eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının karar verme becerisi, bilimsel süreç becerileri ve sürece yönelik algılarına etkisi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Brophy, S., Klein, S., Portsmore, M. and Rogers, C. (2008). Advancing engineering education in P-12 classrooms. *Journal of Engineering Education*, 97(3), 369-387.
- Brunsell, E. (2012). The engineering design process. In E. Brunsell. (Ed.) *Integrating engineering + science in your classroom* (pp. 3-5). Arlington, Virginia: National Science Teacher Association [NSTA] Press.
- Bybee, R.W. (2000). Teaching science as inquiry. In J. Minstrel and E. H. Van Zee (Eds.), *Inquiring into inquiry learning and teaching in science* (pp. 20-46). Wasington, DC: American Association for the Advancement of Science (AAAS).
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30-35.
- Cantrell, P., Pekcan, G., Itani, A., and Velasquez-Bryant, N. (2006). The effects of engineering modules on student learning in middle school science classrooms. *Journal of Engineering Education*, 95(4), 301-309.
- Capobianco, B. M. (2011). Exploring a science teacher's uncertainty with integrating engineering design: an action research study. *Journal of Science Teacher Education*, 22, 645-660.
- Capobianco, B. M. and Rupp, M. (2014). STEM teachers planned and enacted attempts at implementing engineering design-based instruction. *School Science and Mathematics*. 114(6), 258-270.
- Cardella, M. E., Atman, C. J., Adams R. S. and Turns, J. (2002). *Engineering student design processes: Looking at evaluation practices across problems*. Paper presented at the Annual American Society of Engineering Education Conference, Montreal, Canada.
- Cavanagh, S., and Trotter, A. (2008). *Where's the 'T'in STEM? Technology counts, STEM: The push to improve science, technology, engineering and maths*. Retrieved May 12, 2018 from <https://www.edweek.org/ew/articles/2008/03/27/30stemtech.h27.html>
- Ceylan, S. (2014). *Ortaokul fen bilimleri dersindeki asitler ve bazlar konusunda fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) yaklaşımı ile öğretim tasarımı hazırlanmasına yönelik bir çalışma* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Uludağ Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Chute, E. (2009). *STEM education is branching out: Focus shifts from making science, math accessible to more than just brightest*. *Pittsburg Post-Gazette*. Retrieved

March 20, 2018 from <http://www.postgazette.com/news/education/2009/02/10/STEM-education-is->

- Cohen, L., and Manion, L. (1997). *Research methods in education*. London and New York: Routledge.
- Cresswell, J. W., and Plano Clark, V. L. (2007). *Designing and conducting mixed methods research*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Creswell, J. W. (2007). *Qualitative inquiry research design: Choosing among five approaches*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Culver, D. E. (2012). *A qualitative assessment of preservice elementary teachers' formative perceptions regarding engineering and K-12 engineering education*. Retrieved May 5, 2018 from <https://lib.dr.iastate.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=&httpsredir=1&article=3895&context=etd>
- Çavaş, B., Bulut, Ç., Holbrook, J., ve Rannikmae, M. (2013). Fen eğitimine mühendislik odaklı bir yaklaşım: ENGINEER projesi ve uygulamaları. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 1(1), 12-22.
- Çelen, F.K., Çelik, A. ve Seferoğlu, S.S. (2011, Şubat). *Türk eğitim sistemi ve pisa sonuçları*. Akademik Bilişim 2011 Konferansı'nda sunulan bildiri, İnönü Üniversitesi, Malatya.
- Çepni, S. (Ed.) (2017). *Kuramdan uygulamaya stem eğitimi* (1. baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Çınar, D. (2007). *İlköğretim fen eğitiminde probleme dayalı öğrenme yaklaşımının üst düzey düşünme becerilerine ve akademik risk alma düzeyine etkisi*. (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Çorlu, M. A., Adıgüzel, T., Ayar, M. C., Çorlu, M. S. ve Özel, S. (2012, Haziran). *Bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik (BTMM) eğitimi: Disiplinler arası çalışmalar ve etkileşimler*. X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde sunulan bildiri, Niğde Üniversitesi, Niğde.
- Çorlu, M. S. (2013). Insights into STEM education praxis: An assessment scheme for course syllabi. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 13(4), 1-9.
- Çorlu, M. S., Capraro, R. M., ve Capraro, M. M. (2014). Introducing STEM education: Implications for educating our teachers in the age of innovation. *Education and Science*, 39(171), 74-85.
- Damar, A., Durmaz, C., ve Önder, İ. (2017). Ortaokul öğrencilerinin FETEMM uygulamalarına yönelik tutumları ve bu uygulamalara ilişkin görüşleri. *Journal of Multidisciplinary Studies in Education*, 1(1), 47-65.
- Daugherty, J. (2012). *Infusing engineering concepts: Teaching engineering design*. National center for engineering and technology education. Retrieved March 18, 2018 from <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED537384.pdf>

- Daugherty, M. K. (2013). The prospect of an " A" in STEM education. *The Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 14(2), 10-15.
- Denson, C. (2011). *Building a framework for engineering design experiences in STEM: a synthesis*. Retrieved June 19, 2018 from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED537389.pdf>
- Doppelt, Y., Mehalik, M. M., Schunn, C. D., Silk, E. and Krysinski, D. (2008). Engagement and achievements: a case study of design-based learning in a science context. *Journal of Technology Education*, 19(2), 22-39.
- Dugger, E. W. (2010). *Evolution of Stem in the United States. Paper presented at the 6th Biennial International Conference on Technology Education Research in Australia*. Retrieved March 15, 2018 from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.476.5804&rep=rep1&type=pdf>
- Dym, C. L., Agogino, A. M., Eris, O., Frey, D. D., ve Leifer, L. J. (2005). Engineering design thinking, teaching, and learning. *Journal of Engineering Education*, 94(1), 103-120.
- Ercan, S. ve Bozkurt, E. (2013, October). *Expectations from engineering applications in science education: decision-making skill*. Paper presented at the IOSTE Eurasian Regional Symposium & Brojerage event Horizon 2020, Antalya, TURKEY.
- Ercan, S. (2014). *Fen eğitiminde mühendislik uygulamalarının kullanımı: Tasarım temelli fen eğitimi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ersoy, A. (2015). Doktora öğrencilerinin ilk nitel araştırma deneyimlerinin günlükler aracılığıyla incelenmesi. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 5(5), 549-568.
- Faber, M., Unfried, A., Wiebe, E. N., Corn, J. Townsend, L.W. and Collins, T. L. (2013, June). *Student Attitudes toward STEM: The Development of Upper Elementary School and Middle/High School Student Surveys*. Paper presented at 120th ASSE Annual Conference & Exposition. Atlanta.
- Felix, A. L., Bandstra, J. Z., and Strosnider, W. H. J. (2010, October). *Design-Based science for STEM student recruitment and teacher professional development*. Paper presented at the Middle Atlantic American Society for Engineering Education Conference. Villanova University, Philadelphia.
- Gay, L. R., and Airasian, P. (2000). *Educational research: Competencies for analysis and application*. Columbus, OH: Merrill.
- Gencer, A. S. (2017). Fen eğitiminde bilim ve mühendislik uygulaması: Fırıldak Etkinliği. *Journal of Inquiry Based Activities*, 5(1), 1-19.
- Glesne, C. (2013). *Nitel araştırmaya giriş* (2. baskı). (A. Ersoy ve P. Yalçınoğlu, Çev.). Ankara: Anı Yayıncılık.

- Gomez Puente, S. M., Eijck, M. W. van and Jochems, W. M. G. (2011). Towards characterising design-based learning in engineering education: a review of the literature. *European Journal of Engineering Education*, 36(2), 137-149.
- Gonzalez, H. B. ve Kuenzi, J. J. (2012). *Science, technology, engineering and mathematics (STEM) education: a primer*. Retrieved April 12, 2018 from <http://www.stemedcoalition.org/wp-content/uploads/2010/05/STEM-Education-Primer.pdf>
- Gökbayrak, S. ve Karışan, D. (2017). Altıncı sınıf öğrencilerinin FeteMM temelli etkinlikler hakkında görüşlerinin incelenmesi. *Alan Eğitimi Araştırmaları Dergisi (ALEG)*, 3(1), 25-39.
- Guinee, K. (2004). *Internet searching by K-12 students: A research-based process model*. Retrieved May 5, 2018 from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED485138.pdf>
- Guzey, S. S., Harwell, M., and Moore, T. (2014). Development of an instrument to assess attitudes toward science, technology, engineering, and mathematics (STEM). *School Science and Mathematics*, 114(6), 271-279.
- Guzey, S. S., Harwell, M., Moreno, M., Peralta, Y., and Moore, T. J. (2017). The impact of design-based STEM integration curricula on student achievement in engineering, science, and mathematics. *Journal of Science Education and Technology*, 26(2), 207-222.
- Guzey, S.S., Tank, K., Wang, H., Roehrig, G., and Moore, T. (2014). A High-quality professional development for teachers of grades 3–6 for implementing engineering into classrooms. *School Science and Mathematics*, 114(3), 139-149.
- Gülhan, F., ve Şahin, F. (2016). Fen-teknoloji-mühendislik-matematik entegrasyonunun (STEM) 5. sınıf öğrencilerinin bu alanlarla ilgili algı ve tutumlarına etkisi. *International Journal of Human Sciences*, 13(1), 602-620.
- Harkema, J., Jadrich, J., and Bruxvoort, C. (2009) Science and engineering: Two models of laboratory investigation. *The Science Teacher*, 76(9), 27-31.
- Henkoğlu, H. Ş., Mahiroğlu, A., ve Keser, H. (2015). Ortaokul öğrencilerinin bilgiye erişim aracı olarak İnternete yaklaşımları: Betimleyici bir çalışma. *Turkish Online Journal of Qualitative Inquiry*, 6(1), 72-110.
- Herschbach, D. R. (2011). The STEM initiative: constraints and challenges. *Journal of STEM Teacher Education*, 48(1), 96-122.
- Hom, E.J. (2014). *What is STEM education?*. Retrieved March 17, 2018 from <https://www.livescience.com/43296-what-is-stem-education.html>
- Householder, D. L. and Hailey, C. E. (2012). *Incorporating engineering design challenges into STEM courses*. Retrieved April 10, 2018 from http://digitalcommons.usu.edu/ncete_publications/166

- Hynes, M., Portsmore, M., Dare, E., Milto, E., Rogers, C. and Hammer, D. (2011). *Infusing engineering design into high school STEM courses*. Retrieved June 12, 2018 from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.869.9893&rep=rep1&type=pdf>
- Israel, M., Maynard, K., and Williamson, P. (2013). Promoting literacy-embedded, authentic STEM instruction for students with disabilities and other struggling learners. *Teaching Exceptional Children*, 45(4), 18-25.
- Johnson, R. B., and Onwuegbuzie, A. J. (2004). Mixed methods research: A research paradigm whose time has come. *Educational researcher*, 33(7), 14-26.
- Johnson, R. B., Onwuegbuzie, A. J., and Turner, L. A. (2007). Toward a definition of mixed methods research. *Journal of mixed methods research*, 1(2), 112-133.
- Kalaycı, Ş. (Ed.) (2006). *SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri* (2. baskı). Ankara: Asil Yayın Dağıtım.
- Kang, M., Kim, J. and Kim, Y. (2013). Learning outcomes of the teacher training program for STEAM education. *Korean Journal of the Learning Sciences*, 7(2), 18-28.
- Kaptan, F. ve Korkmaz, H. (2002). Fen eğitiminde proje tabanlı öğrenmenin yaratıcı düşünme, problem çözüme ve akademik risk alma düzeylerine etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22, 91-97.
- Karagöz, Y. (2010). Nonparametrik tekniklerin güç ve etkinlikleri. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(33), 18-40.
- Kartal, M. (2014). *Bilimsel araştırmalarda hipotez testleri* (4. baskı). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Kelley, T. (2010). Staking the claim for the 'T' in STEM. *The Journal of Technology Studies*, 36(1), 2-9.
- Kılıç, B. ve Ertekin, Ö. (2017). *MEB için fen teknoloji mühendislik matematik- FeTeMM modeli (STEM) ile eğitim*. <http://tbae.bilgem.tubitak.gov.tr/> sayfasından 10 Mayıs 2018 tarihinde edinilmiştir.
- Kolodner, J. L., Camp, P., Crismond, D., Fasse, B., Gray, J. and Holbrook, J. (2003). Problem-based learning meets case-based reasoning in the middle-school science classroom: putting learning by design into practice. *Journal of the Learning Sciences*, 12(4), 495-547.
- Kuenzi, J. J. (2008). *Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: Background, federal policy, and legislative action*. Retrieved March 12, 2018 from <https://digitalcommons.unl.edu/crsdocs/35/>
- Kuş, E.(2012). *Sosyal bilimlerde araştırma teknikleri nitel mi, nicel mi?* (4. baskı). Ankara: Anı Yayıncılık.

- Kyllonen, P. C. (2012, May). *Measurement of 21st century skills within the common core state standards*. Paper presented at In Invitational Research Symposium on Technology Enhanced Assessments.
- Lacey, T. A. Ve Wright, B. (2009). Occupational employment projections to 2018. *Monthly Labor Review*, 132(11), 82- 123.
- Lantz, H. B. (2009). What should be the function of a K-12 STEM education? *SEEN*, 11(3), 29-30.
- Lashgari, A., Fouladgar, M. M., Yazdani-Chamzini, A. and Skibniewski, M. J. (2011). Using an integrated model for shaft sinking method selection. *Journal of Civil Engineering and Management*, 17(4), 569-580.
- Leech, N. L., and Onwuegbuzie, A. J. (2007). An array of qualitative analysis tools: A call for data analysis triangulation. *School Psychology Quarterly*, 22, 557-584.
- Leonard, M. and Derry, S. (2011). "What's the science behind it?" *The interaction of engineering and science goals, knowledge, and practices in a design-based science activity*. Retrieved May 12, 2018 from <https://wcer.wisc.edu/publications/year/2011>
- Levent, F. ve Yazıcı, E. (2014). Singapur eğitim sisteminin başarısına etki eden faktörlerin incelenmesi. *Eğitim Bilimleri Dergisi*, 39, 121-143.
- Liang, J. C. (2002). *Exploring scientific creativity of eleventh grade students in Taiwan* (Unpublished master's thesis). The University of Texas, Austin.
- Mangold, J., and Robinson, S. (2013, June). *The Engineering design process as a problem solving and learning tool in K-12 classrooms*. Paper presented at the In 2013 ASEE Annual Conference & Exposition (pp. 23-1196).
- Mann, E. L., Mann, R. L., Strutz, M. L., Duncan, D., and Yoon, S. Y. (2011). Integrating engineering into K-6 curriculum: Developing talent in the STEM disciplines. *Journal of Advanced Academics*, 22(4), 639-658.
- Marshall, C. and Rossman, G. B. (2006). *Designing qualitative research* (4th Ed.). USA: Sage Publications.
- Marulcu, İ. (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* (Unpublished doctoral dissertation). Lynch School of Education, Boston College.
- Marulcu, İ., and Höbek, K. M. (2014). Teaching alternate energy sources to 8th grades students by engineering design method. *Middle Eastern & African Journal of Educational Research*. 9, 41-58.
- Marulcu, İ., ve Sungur, K. (2012). Fen bilgisi öğretmen adaylarının mühendis ve mühendislik algılarının ve yöntem olarak mühendislik-dizayna bakış açılarının incelenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 12(1), 13-23.

- Mayring, P. (2011). *Nitel sosyal araştırmaya giriş* (1. baskı). (A. Gümüş, & M. Durgun, Çev.). Ankara: BilgeSu Yayıncılık.
- MEB. (2016). *STEM eğitim raporu*. http://yegitek.meb.gov.tr/STEM_Egitimi_Raporu.pdf sayfasından 25 Mart 2018 tarihinde edinilmiştir.
- MEB. (2017). *İlköğretim kurumları fen bilimleri dersi öğretim programı*. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- MEB. (2018). *İlköğretim kurumları fen bilimleri dersi öğretim programı*. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Mentzer, N. (2011). High school engineering and technology education integration through design challenges. *Journal of STEM Teacher Education*, 48(2), 103-136.
- Merriam, S. B. (2009). *Qualitative research: A guide to design and implementation*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Merriam, S. B. (2013). *Nitel araştırma desen ve uygulama için bir rehber* (3. baskı). (S. Turan, Çev.). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Meyrick, K.M. (2011). *How STEM education improves student learning*. Retrieved April 5, 2018 from <https://pdfs.semanticscholar.org/7cab/b5223aa526d2f85ad4c1e675c089cb581895.pdf>
- Moore, T. J., Stohlmann, M.S., Wang, H.-H., Tank, K.M., Glancy, A.W., ve Roehrig, G. H. (2014). *Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education*. West Lafayette: Purdue Press.
- Morell, P. D. & Lederman N. G. (1998). Students' attitudes towards school and classroom science. *School Science and Mathematics*, 98(2), 76-83.
- National Academy of Engineering [NAE] and National Research Council [NRC]. (2009). *Engineering in K-12 education understanding the status and improving the prospects*. Washington, DC: National Academies Press.
- National Academy of Engineering [NAE] and National Research Council [NRC]. (2002). *Technically speaking: why all Americans need to know more about technology*. Washington, DC: National Academies Press.
- National Academy of Engineering [NAE]. (2010). *Standards for K-12 engineering education?*. Washington, DC: National Academies Press.
- National Research Council [NRC]. (2011). *Successful K-12 STEM education: identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics*. Retrieved May 12, 2018 from <https://www.ltrr.arizona.edu/~sheppard/TUSD/NRC2011.pdf>
- National Research Council [NRC]. (2012). *A Framework for k-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington DC: The National Academic Press.

- Nesset, V. (2008). *The information-seeking behaviour of grade-three elementary school students the context of a class project* (Unpublished doctoral dissertation). McGill University School of Information Studies, Montreal.
- Neuman, W. L. (2006). *Toplumsal araştırma yöntemleri: Nicel ve nitel yaklaşımlar II*. Retrieved February 15, 2018 from https://www.academia.edu/28937894/W.Lawrence_Neuman_Toplumsal_Ara%C5%9Ft%C4%B1rma_Y%C3%B6ntemleri
- Next Generations Science Standards [NGGS]. (2013). *The next generation science standards-executive summary*. Retrieved December 6, 2018 from http://www.nextgenscience.org/sites/ngss/files/Final%20Release%20NGSS%20Front%20Matter%20-%206.17.13%20Update_0.pdf
- NRC (National Research Council) (2010). *Exploring the intersection of science education and 21st century skills: A workshop summary*. Washington, DC: National Academies Press.
- OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) (2012). *Lessons from pisa for japan, strong performers and successful reformers in education, OECD publishing*. Retrieved March 12, 2018 from <http://dx.doi.org/10.1787/9789264118539-en>
- OECD Education at a Glance (2017). *Where will tomorrow's science professionals come from?*. Retrieved June 12, 2018 from <http://www.oecd.org/edu/education-at-a-glance-19991487.htm>
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2005). *The definition and selection of key competencies, executive summary*. Retrieved from February 7, 2018 from <https://www.oecd.org/pisa/35070367.pdf>
- Özdemir, M. (2010). Nitel veri analizi: sosyal bilimlerde yöntembilim sorunsalı üzerine bir çalışma. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(1), 323-343.
- Özdoğan, E. (2013). *Fiziksel olaylar öğrenme alanı için lego program tabanlı fen ve teknoloji eğitiminin öğrencilerin akademik başarılarına, bilimsel süreç becerilerine ve fen ve teknoloji dersine yönelik tutumlarına etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- P21. (2008). *Partnership for 21st century skills*. Retrieved March 20, 2018 from <https://www.oecd.org/site/educeri21st/40756908.pdf>
- Pekbay, C. (2017). *Fen teknoloji mühendislik ve matematik etkinliklerinin ortaokul öğrencileri üzerindeki etkileri* (Yayınlanmamış doktora tezi). Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Pratt, H. (2012). *The NSTA reader's guide to a framework for K-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Retrieved March 8, 2018 from <http://www.ride.ri.gov/Portals/0/Uploads/Documents/Instruction-and-Assessment-World-Class-Standards/Science/NSTA-FRAMEWORK-Readers-Guide.pdf>
- President's Council of Advisors on Science and Technology (US). (2010). *Prepare and inspire: K-12 education in science, technology, engineering, and math (STEM) for*

America's future: executive report. Retrieved July 17, 2018 from https://nsf.gov/attachments/117803/public/2a--Prepare_and_Inspire--PCAST.pdf

Punch, K.F. (2005). *Introduction to social research: quantitative and qualitative approaches* (2th ed.). Sage Publications, London.

PwcTürkiye ve TÜSİAD. (2017). *2023'e doğru Türkiye'de STEM gereksinimi.* <https://www.tusiadstem.org/images/raporlar/2017/STEM-Raporu-V7.pdf> sayfasından 10 Haziran 2018 tarihinde edinilmiştir.

Raines, J. M. (2012). FirstSTEP: A preliminary review of the effects of a summer bridge program on pre-college STEM majors. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 13(1), 22.

Rehmat, A. P. (2015). *Engineering the path to higher-order thinking in elementary education: A problem-based learning approach for STEM integration.* Retrieved May 16, 2018 from <http://digitalscholarship.unlv.edu/thesesdissertations>

Roberts, A. (2012). A justification for STEM education. *Technology and Engineering Teacher*, 71(8), 1-4.

Roehrig, G.H., Moore, T.J., Wang, H.-H., and Park, M.S. (2012). Is adding the E enough?: Investigating the impact of K-12 engineering standards on the implementation of STEM integration. *School Science and Mathematics*, 112(1), 31-44.

Rogers, C., and Portsmore, M. (2004). Bringing engineering to elementary school. *Journal of STEM Education*, 5(3), 17-28.

Roth, W. (2001). Learning Science through technological design. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(7), 768-790.

Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20-26.

Sanders, M., Kwon, H.S., Park, K.S. and Lee, H.N. (2011). Integrative STEM (Science, technology, engineering, and mathematics) education: contemporary trends and issues. *The Secondary Education Research*, 59 (3), 729-762.

Sanders, M.E. and Wells, J.G. (2010) *Virginia tech, integrative STEM education graduate program.* Retrieved July 12, 2018 from <http://web.archive.org/web/20100924150636/http://www.soe.vt.edu/istemed>

Schaefer, M. R., Sullivan, J. F. and Yowell, J. L. (2003). Standard-based engineering curricula as a vehicle for K– 12 science and math integration. *Frontiers in Education*, 2, 1–5.

Schnittka, C. and Bell, R. (2011). Engineering design and conceptual change in science: addressing thermal energy and heat transfer in eighth grade. *International Journal of Science Education*, 33(13), 1861-1887.

- Schwab, K. (2016). *Dördüncü sanayi devrimi* (1. baskı). (Z. Dicleli, Çev.). İstanbul: Optimist Kitap.
- Shaughnessy, J. J., Zechmeister, E. B., and Zechmeister, J. S. (2006). *Research method in psychology*. New York, NY, USA, McGraw-Hill Higher Education.
- Silverman, D. (2001). *Interpreting qualitative data, methods for analyzing talk, text and interaction*. London: Sage Publications.
- Soland, J., Hamilton, L. S., and Stecher, B. M. (2013). *Measuring 21st century competencies*. Retrieved September 26, 2018 from <https://asiasociety.org/files/gcen-measuring21cskills.pdf>
- Strauss, A. and Corbin, J. (2008). *Basics of qualitative research: grounded theory procedures and techniques*. Retrieved February 12, 2018 from <http://methods.sagepub.com/book/basics-of-qualitative-research/n1.xml>
- Strong, M. G. (2013). *Developing elementary math and science process skills through engineering design instruction* (Unpublished master's thesis). Hofstra University: New York.
- Tal, T., Krajcik, J. S. and Blumenfeld, P. C. (2006). An observational methodology for studying group design activity. *Research in Engineering Design*, 2(4), 722-745.
- Turgut, H. (2005). *Yapılandırmacı tasarım uygulamasının fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel okuryazarlık yeterliliklerinden "bilimin doğası" ve "bilim-teknoloji-toplum ilişkisi" boyutlarının gelişimine etkisi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- TUSIAD. (2014). *STEM (Science, technology, engineering and mathematics, fen, teknoloji, mühendislik, matematik) alanında eğitim almış işgücüne yönelik talep ve beklentiler araştırması*. <https://tusiad.org/tr/yayinlar/raporlar/item/8054-stem-alaninda-egitim-almis-iscucune-yonelik-talep-ve-beklentiler-arastirmasi> adresinden 25 Nisan 2018 tarihinde edinilmiştir.
- Uluyol, Ç., ve Eryılmaz, S. (2015). Examining pre-service teachers' opinions regarding to augmented reality learning. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(3), 403-413.
- Wang, H. H. (2012). *A new era of science education: science teachers' perceptions and classroom practices of science, technology, engineering and mathematics (STEM) integration*. Retrieved May 5, 2018 from <https://conservancy.umn.edu/handle/11299/120980>
- Wendell, K. B. (2008). *The theoretical and empirical basis for design-based science instruction for children*. Retrieved February 5, 2018 from https://ceeo.tufts.edu/documents/papers/kristen_qp1.pdf
- Wendell, K. B., Connolly, K. G., Wright, C. G., Jarvin, L., Rogers, C., Barnett, M. and Marulcu, I. (2010, June). *Incorporating engineering design into elementary school science curricula*. Paper presented at the American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition, Louisville, KY.

- Williams, J. (2011). STEM education: Proceed with caution. *Design and Technology Education: An International Journal*, 16(1), 26-35.
- Woll, H. (2013). Process diary as methodological approach in longitudinal phenomenological research. *Indo-Pacific Journal of Phenomenology*, 13(2), 1-11.
- Yamak, H., Bulut, N., ve 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* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Cumhuriyet Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Sivas.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2008). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (7. baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yıldırım, B. and Selvi, M. (2015). Adaptation of STEM attitude scale to Turkish. *Turkish Studies*, 10(3), 1107- 1120.
- Yıldırım, B., ve Altun, Y. (2015). STEM eğitim ve mühendislik uygulamalarının fen bilgisi laboratuvar dersindeki etkilerinin incelenmesi. *El-Cezeri Journal of Science and Engineering*, 2(2), 28-40.
- Yıldırım, P. (2017). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (stem) entegrasyonuna ilişkin nitel bir çalışma. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35, 31-55.
- Yılmaz, E., ve Yücel, Y. (2017, Kasım). Ortaokul öğrencilerinin stem eğitimine karşı tutumlarının bazı değişkenler açısından incelenmesi. 1. *Uluslararası Sosyal Bilimler ve Eğitim Araştırmaları Sempozyumu'nda sunulan bildiri, Antalya, TURKEY*.
- Yin, R. K. (2011). *Qualitative research from start to finish*. Retrieved February 5, 2018 from [http://iums.ac.ir/files/hshe-soh/files/Robert_K._Yin_PhD_Qualitative_Research_from_Start_to_Finish__2010\(1\).pdf](http://iums.ac.ir/files/hshe-soh/files/Robert_K._Yin_PhD_Qualitative_Research_from_Start_to_Finish__2010(1).pdf)



8. EKLER

EK 1. Araştırma İzni



T.C.
TRABZON VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 82438636-605.99-E.5547107

16/03/2018

Konu : Uygulama İzni

(Canan Birsen KELEŞ)

VALİLİK MAKAMINA

Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi /Fen Bilgisi Eğitimi yüksek lisans öğrencisi Canan Birsen KELEŞ'in "**Fen Bilimleri Dersi Uygulamalı Bilim Ünitesi Kapsamında Geliştirilen Etkinliklerin STEM Entegrasyonu Açısından Değerlendirilmesi**" isimli çalışması kapsamında İlimiz Maçka ilçesinde bulunan Çatak Ortaokulunda uygulama yapma isteği Müdürlüğümüz Araştırma İzinleri Değerlendirme Komisyonu tarafından incelenmiştir.

Bahsi geçen çalışmanın eğitim öğretimi aksatmayacak şekilde; 2017-2018 eğitim öğretim yılında yapılması gerekmektedir.

Araştırmacının 2017/25 sayılı genelge çerçevesinde hareket etmesi, **izinsiz herhangi bir ses ve görüntü kaydı yapılmasına kesinlikle izin verilmemesi**, elde edilen verilerin çalışma kapsamı dışında kullanılmaması ve sonuçların bir örneğinin Ar-Ge birimine teslim edilmesi kaydıyla, çalışmanın okul müdürlerinin de uygun göreceği zamanlarda ve kontrolünde uygulanması Müdürlüğümüzce uygun görülmektedir.

Makamlarınızca da uygun görüldüğü takdirde olurlarınıza arz ederim.

Hızır AKTAŞ
Millî Eğitim Müdürü

OLUR
16/03/2018
Nusret ŞAHİN
Vali a.
Vali Yardımcısı

Trabzon İl Millî Eğitim Müdürlüğü
Strateji Geliştirme Şubesi (Ar-Ge Birimi)
e-posta : argetrabzon@gmail.com
Faks : (0 462) 230 43 74
İnt.Adresi : Trabzon.meb.gov.tr

Bilgi İçin:
Mesut KAŞ (Şube Müdürü)
Miraç KÜÇÜK (Öğretmen)
Telefon : (0 462) 223 55 52-12

Ek 2. STEM Tutum Ölçeği Kullanım İzni

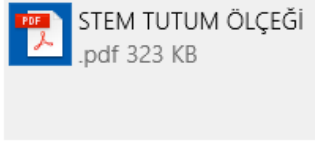


bekir58bekir@gmail.com
kime canan alkış

4 Ara Pzt 15:35

Re: STEM Tutum ölçeği kullanım izni

1 dosya iliştilirdi ^



başarılar dilerim. Ölçek ektedir.

4 Aralık 2017 15:34 tarihinde canan alkış <cananbirsenalkis@hotmail.com> yazdı:

Sayın Yrd. Doç. Dr. Bekir YILDIRIM,

Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Fen Bilgisi Eğitimi'nde tezli yüksek lisans yapmaktayım. Tezimde STEM eğitimi üzerinde odaklanmaktayım. Bu süreçte Türkçe 'ye uyarlamış olduğunuz STEM tutum ölçeğini veri toplama aracı olarak kullanmak istiyorum. İzninizi talep ediyorum.

Şimdiden yardımlarınız için teşekkür ederim.

Saygılar dilerim.

Canan Birsen Keleş
Fen Bilimleri Öğretmeni/Tezli Yüksek Lisans Öğrencisi

Windows Posta cihazından gönderildi

Ek 3. STEM Tutum Ölçeği

ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN STEM'E (S-STEM) KARŞI TUTUMU

Sevgili öğrenciler,

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

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

Örneğin:

Örnek 1:	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
Mühendisliği seviyorum.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

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

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

MATEMATİK

	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
1. Matematik benim en kötü olduğum derstir.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Matematikğin kullanıldığı bir kariyeri seçmeyi düşünebilirim.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Matematik benim için zor.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Matematikte başarılı olabilecek bir öğrenciyim.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Birçok dersle başa çıkabilirim ancak matematikle başa çıkamıyorum.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. Matematik konusunda ileri seviyede çalışmalar yapabileceğimden eminim.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. Matematikte iyi notlar alabilirim.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8. Matematikte iyiyim.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

FEN					
	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
1. Fen ile ilgilenirken kendimden emin davranıyorum.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Fen üzerine bir kariyer yapmayı düşünebilirim.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Okuldan mezun olduğumda fen'i kullanmayı umut ediyorum.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Fen konusunda bilgili olmam benim hayatımı kazanmama yardım edecek.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Gelecekteki çalışmalarım için fene ihtiyacım olacak.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. Fen konusunda başarılı olabileceğimi biliyorum.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. Hayatımdaki çalışmalarda, fen benim için önemli olacak.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8. Birçok dersle başa çıkabilirim ancak fenle başa çıkamıyorum.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9. Fen konusunda ileri seviyede çalışmalar yapabileceğimden eminim.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

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

21. YÜZYILIN YETENEKLERİ					
	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
1. Diğer bireylere bir hedefe ulaşmalarında liderlik edebileceğim konusunda kendime güveniyorum.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Diğer bireyleri ellerinden gelenin en iyisini yapmaları için cesaretlendirebileceğime inanıyorum.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Yüksek kalitede çalışmalar yapabileceğimden eminim.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Akranlarımın farklılıklarına karşı saygılı davranacağımdan eminim.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Akranlarıma yardım edebileceğime eminim.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. Karar verirken başkalarının görüşlerini göz önüne alacağımdan eminim	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. İşler planlandığı gibi gitmediğinde değişiklikler yapabileceğimden eminim.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8. Kendi öğrenme hedeflerimi belirleyebileceğime inanıyorum.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9. Kendi başıma çalışırken zamanımı akıllıca yönetebileceğimden eminim.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10. Yapmam gereken görevler olduğunda hangilerinin önce yapılması gerektiğini seçebilirim.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
11. Farklı altyapılara sahip olan öğrencilerle iyi bir şekilde çalışabileceğimden eminim.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

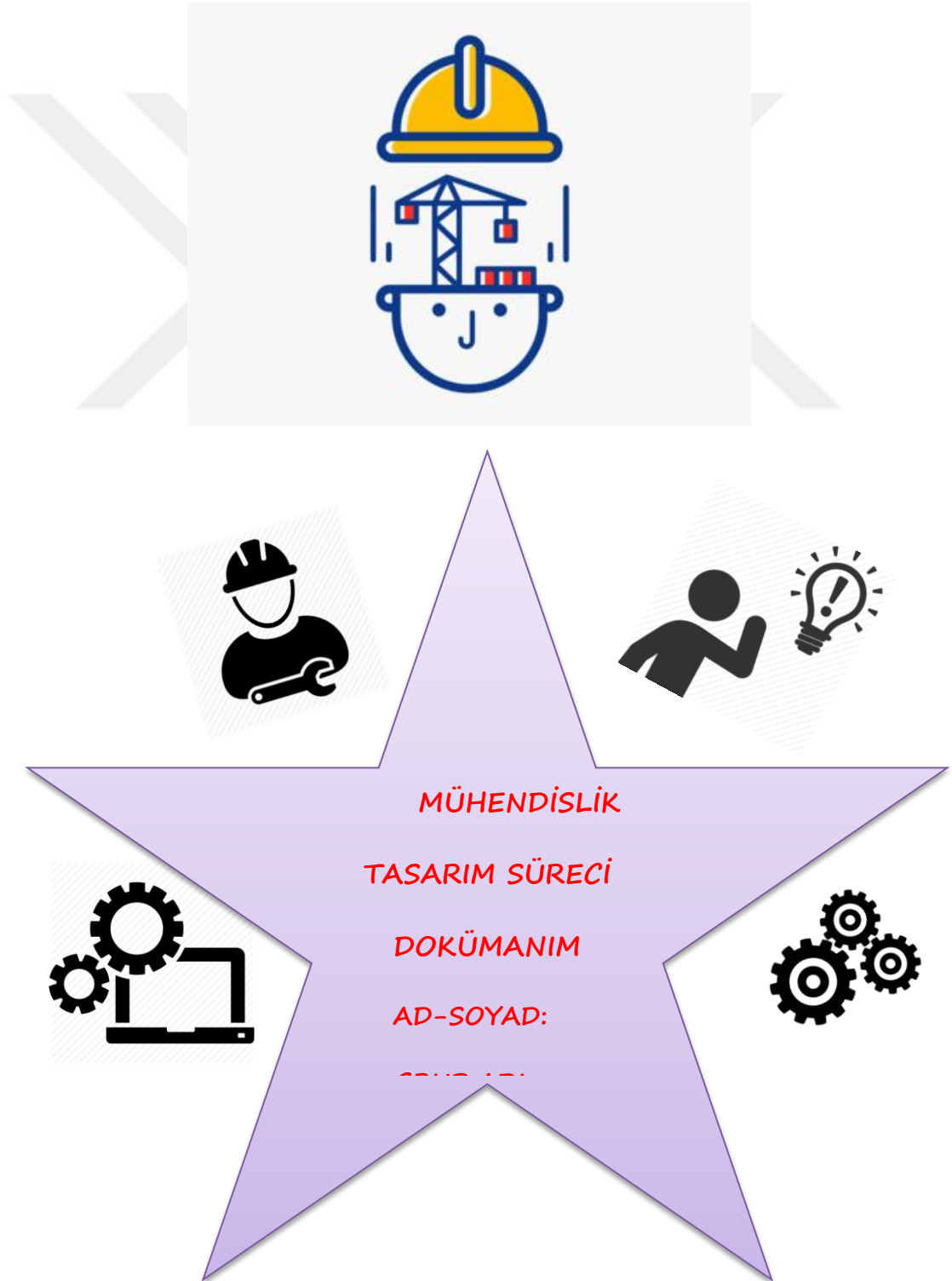
EK 4. Görüşme Formu

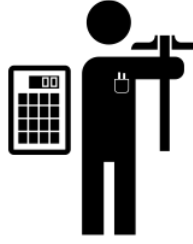
YARI YAPILANDIRILMIŞ GÖRÜŞME FORMU

Kişisel bilgiler	Ad-soyad: Sınıf: Grup no:	
Görüşme yapanın	Ad-soyad Ünvanı	Canan Birsen Keleş Fen Bilimleri Öğretmeni/ Fen Bilgisi Eğitimi Yüksek Lisans Öğrencisi
Görüşmenin içeriği		Mühendislik tasarım süreci kapsamında hazırlanan ve uygulanan etkinlikler hakkında görüş almak, uygulamaya bakış açısını değerlendirmek
SORULAR		
S.1.Mühendislik tasarım süreci senin için ne ifade ediyor?		
S.2.Mühendislik tasarım süreci kapsamında yaptığınız etkinlikler sana nasıl bir katkı sağladı?		
S.3.Mühendislik tasarım sürecinin en çok hangi basamağında zorlandınız?		
S.4. Mühendislik tasarım süreci kullanılarak işlenen fen bilimleri dersi hakkında neler düşünüyorsunuz?		

Ek 5. Mühendislik Tasarım Süreci Dokümanı

FEN VE MÜHENDİSLİK UYGULAMALARI





Sevgili çocuklar; eğlenceli ve yaratıcı bir yolculuğa çıkmaya hazır mısınız?
Çevremizde gördüğümüz, kullandığımız, hayatımızı kolaylaştıran her araç,
nesne ya da sistemin bir mühendislik ürünü olduğunu biliyor muydunuz?

Peki bu ürünleri kimler tasarlıyor?

Tasarım yaparken nasıl bir yol izliyorlar?

Hadi hep birlikte öğrenelim! Hep birlikte tasarlayalım!

A.MÜHENDİS KİMDİR? ÖĞRENELİM.

Mühendis: İnsanların ihtiyaçlarına çözümler üreten ve bu süreçte bilimsel yöntemleri kullanan kişidir.

Mühendislik: Bir problemi çözmek için, bir ürün oluşturma ya da tasarlama hakkındaki bilgiler bütünüdür.

Merhaba! Biz
mühendisler ihtiyaçlara ya da
problemlere çözümler üretiriz.

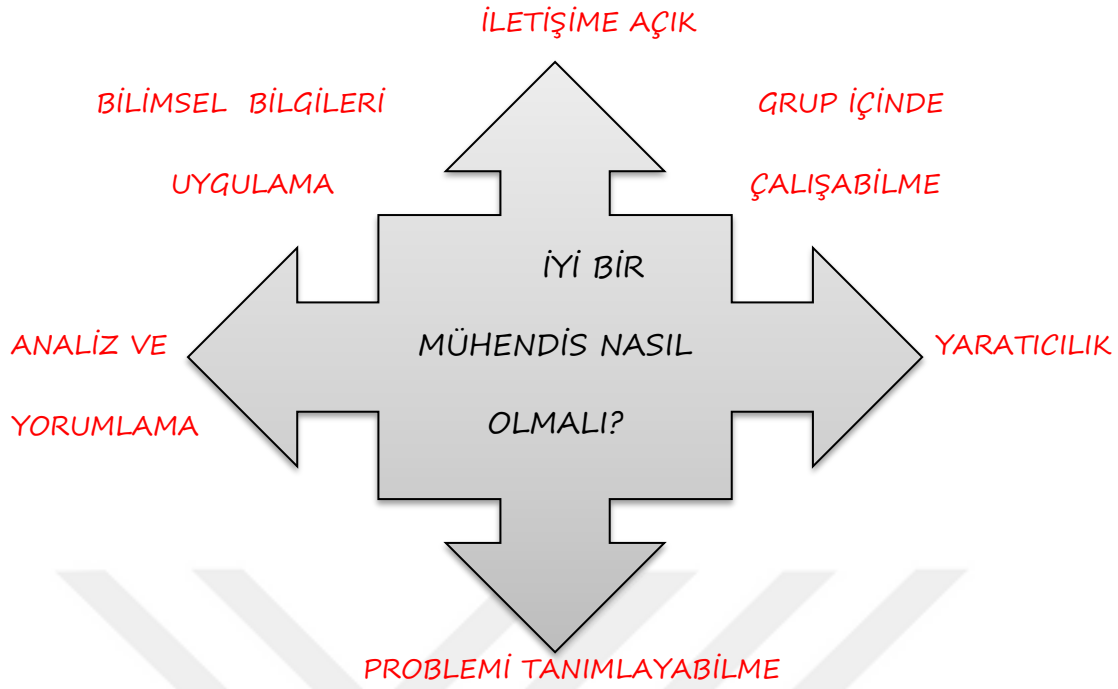
Tasarımlarımızı yaparken
bilimsel gerçeklerden yola çıkar,
ihtiyaçlara cevap vermek
için; sorunlara güvenli, ekonomik



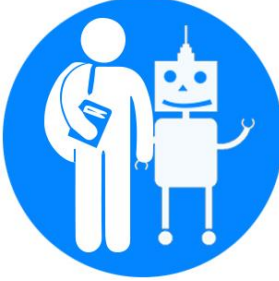
BİLGİ NOTU:

MÜHENDİSLİK BİLİMİ
UYGULAMA SANATIDIR.

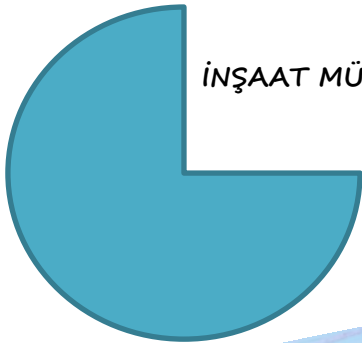




B.MÜHENDİSLİK DALLARI NELERDİR?



İhtiyaçlara karşılık vermek ve problemleri çözmek amacı ile ürünler tasarlayan mühendisler; çalışma alanlarına göre dallara ayrılmıştır. Şimdi bu mühendislik dallarından birkaçını tanımaya ne dersiniz?



İNŞAAT MÜHENDİSİ: insanların ihtiyaç duyduğu her yapıyı; farklı malzeme ve tasarımlarla biraraya getirir.



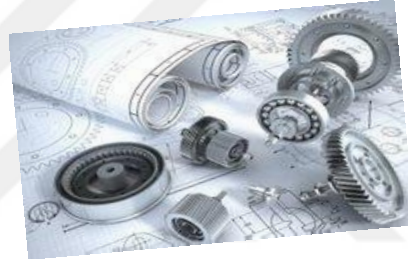
Bilgi notu: Çevremizde gördüğümüz binalar, köprüler, limanlar, tüneller, havaalanları, barajların

ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSİ:

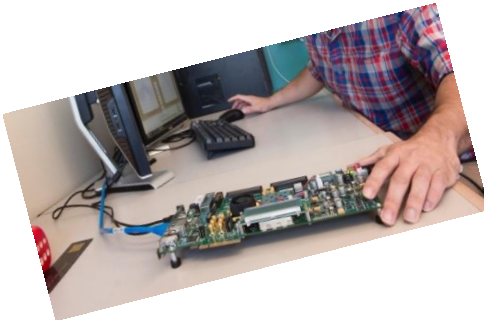
Elektriğin üretimi, iletimi ve dağıtımını yapar, elektronik aletlerin ve iletişim sistemlerinin geliştirilmesini sağlar.



MAKİNE MÜHENDİSİ: Her türlü araç, motor, makine sistemlerini araştırır, geliştirir, tasarlar ve test eder.

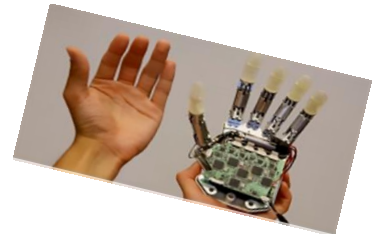
**BİLGİSAYAR MÜHENDİSİ:**

Bilgisayar sistemlerinin yapısı, tasarımı, geliştirilmesi, donanım ve yazılım problemlerinin çözülmesini sağlar. Yazılım ve programlama yapar.



BİYOMEDİKAL MÜHENDİSLİĞİ: Sağlık alanındaki gelişmeleri takip edip, inceleyerek, sağlık alanındaki teknolojik cihazları tasarlar ve kullanımını sağlar.

Bilgi notu:Yapay
organları
tasarlayıp,üretenler



C.MÜHENDİSLER TASARIM YAPARKEN NASIL BİR YOL İZLERLER?



Mühendisler problemlere çözümler üretebilmek için belirli süreçleri takip ederler.

Mühendisler, problemin çözümü ve ya bir ihtiyacın karşılanmasında **"MÜHENDİSLİK TASARIM SÜRECİ"** ni

**MÜHENDİSLİK
TASARIM SÜRECİ,
MÜHENDİSLERİN**



HAYDİ BAKALIM,ŞİMDİ SIRA
SİZDE.MÜHENDİSLİK TASARIM
SÜRECİNİ ÖĞRENMEYE VE
UYGULAMAYA HAZIR MIYIZ?



1.ETKİNLİK:BİR PROBLEM Mİ VAR?

Yağışlı bir havada sürücülerin görüşlerinin azalması oldukça zor ve tehlikelidir. Peki bu tehlikeden sürücülerini koruyan nedir?

Tabi ki cam sileceği! Peki hayatımızı bu kadar kolaylaştıran bu icadı kim bulmuştur biliyor musunuz?

Cam sileceğini icat eden kadın mucit Mary Anderson'dır.

Mary Anderson, bir gün New York'a giden bir tramvaydayken sürücünün yağmurlu bir havadan dolayı görüşü azaldığı için camı açık bir şekilde aracı sürdüğünü gözlemlemiştir. Bu durumun sakıncalarını düşünen Mary Anderson arabaların yağmurlu havalarda ön camı temiz tutması için el ile çalıştırılabilen bir araç yapmaya karar vermiştir. Ve cam sileceğini tasarlamıştır. Sürücüler için oldukça kullanışlı olan bu icadın patentini almak ne yazık ki o kadar kolay olmamıştır. Cam sileceği sürücülerin dikkatini dağıtabileceği düşüncesiyle çoğu kez reddedilse de icat 1903 yılınca patentini almayı başarmıştır. Daha sonra Anderson'un bu icadı oldukça popüler olmuştur.



✓ Şimdi sıra sizde!

Sizce Mary Anderson'u bu tasarımı yapmaya iten nedir?

Sizce bu tasarımın yapım süreci hangi adımla başlamıştır?

2.ETKİNLİK: PROBLEMİ TANIMLIYORUM



NORVEÇ'E DEV AYNALARDAN

KIŞ GÜNEŞİ

Norveç'in başkenti Oslo'nun 150 kilometre batısında yer alan **Rjukan** kasabası sakinleri yılda **6 ay boyunca** güneşin yüzünü dahi göremiyorlar. Güneşe hasret kalan kasabanın etrafı yüksek dağlarla çevrili ve kasaba tam olarak vadi tabanında kalıyor; bu yüzden de yılın büyük bir bölümü doğrudan güneş ışığı alamıyor.

Artık bu soruna bir son vermek gerektiğini düşünülen Rjukan kasabası sakinleri için zekice bir çözüm bulundu. Kasabanın tam karşısındaki tepenin en yüksek noktasına dev aynalar yerleştirildi. Proje çerçevesinde her biri 17 metre karelik üç ayna, helikopterle şehir merkezinin üzerindeki dağa yerleştirildi. Bilgisayarlar tarafından kontrol edilen eğimli aynalar, kasabanın ana meydanına ışık getirmek için güneşi takip ediyor. Kasaba sakinleri artık güneşli günlerin tadını çıkarıyorlar.

"Peki bu fikir *bunca zaman neden kimsenin aklına gelmedi?*" diye sorabilirsiniz. Aslında gelmiş. Kasabaya güneşin nasıl getirilebileceği sorusu ilk olarak Norveç'li mühendis ve sanayici **Sam Eyde** tarafından 100 yıl önce düşünülmüş. Fakat o zamanlar, yeterli teknoloji mevcut olmadığı için, bu fikir hayata geçirilememiş. Bunun yerine, Rjukan sakinlerini kente bitişik dağın üstündeki kış güneşine ulaştırmak için bir teleferik kurulmuş.

Şimdilerde Rjukan kasabası sakinleri güneşin tadını rahatlıkla çıkarabiliyorlar. Bu akıllıca fikri ortaya atan ilk kişi olan ve 1907'de karanlık vadiye hidroelektrik fabrikası inşa eden **Norsk Hydro**'nun kurucularından **Sam Eyde**'i ise şükranla anıyorlar.

✓ *Şimdi sıra sizde!*

Bu tasarımı başlatan problem durumunu ya da ihtiyacı tanımlayabilir misin?

Kasabalıların problemi çözülebilecek nitelikte bir problem miydi? Neden?

3.ETKİNLİK: HANGİSİ PROBLEM?

Sevgili çocuklar, bu etkinlikte size aşağıda bazı durumlar verilmiştir. Bu durumların hangilerini bir tasarım problemi olarak nitelendiriyorsunuz? Niçin bu şekilde düşündüğünüzü nedenleriyle birlikte birlikte tabloya kaydediniz.

DURUM	PROBLEM Mİ?	NEDEN BÖYLE DÜŞÜNDÜN?
Ağaçların yapraklarının kışın sararması		
Kışın karda ayakkabılarımızın kayması		
Tatile çıktığımızda evdeki çiçeklerin solması		
Karanlıkta kapı kilidini açmakta zorluk çekmek		
Dünyanın yörüngesinde kullanılmayan uyduların orada bir çöplük meydana getirmesi		
Kışın havanın erken kararması		
Okulumuza evden getirdiğimiz yiyeceklerin soğuması		
Erkek çocukların pembe renkli oyuncakları sevmemesi		

HAYDİ ÇOCUKLAR!

*ŞİMDİ SİZ DE GÜNLÜK HAYATTAN BİR TASARIM PROBLEMİ
BELİRLEYEREK 1.ADIMI TAMAMLAYINIZ.*

BELİRLEDİĞİMİZ PROBLEM YA DA İHTİYAÇ:

BU PROBLEM İLE NERELERDE KARŞILAŞIYORUZ?

NEDEN BU PROBLEMİ SEÇTİK?



Sevgili çocuklar, mühendislik tasarım sürecinin ilk aşamasını tamamladınız. Şimdi sıra 2. Aşamada! Bunun için aşağıda verilen tablodaki soruları cevaplandırınız.

PROBLEMİMİZİN ÇÖZÜMÜ İÇİN GEREKLİ OLAN HANGİ BİLGİLERİ BİLİYORUZ?
PROBLEMİMİZİN ÇÖZÜMÜ İÇİN GEREKLİ OLAN HANGİ BİLGİLERİ ÖĞRENMEİYİZ?

Şimdi sıra probleminizle ilgili neleri bildiğiniz ve neleri bilmeniz gerektiğini düşünerek araştırma yapmaya başlamak.

- Probleminizi tam anlamıyla tanımlayabilmek, sınırlarını belirleyebilmek yapacağımız tasarım için çok önemlidir. Bu noktada güvenilir veri kaynaklarına ulaşmalı ve problemle ilgili bilmediğimiz noktaları, daha önce yapılmış çözümleri ve ya merak ettiğimiz noktaları belirlemeliyiz.

BİLGİYE ULAŞMA YOLLARINDAN BAZILARI

- Kitaplar
- Dergiler
- Gazeteler
- Makaleler
- Ansiklopediler
- İnternet kaynakları
- Uzman kişiler

İnternet; bilgi kaynaklarına çabuk ve maliyetsiz olarak ulaşmamızı sağlayan bir bilgi edinme yoludur. Fakat burada en önemli nokta internette elde edilen bilgilerin güvenilir olmasıdır. Bunun için aşağıdaki adımları takip ederek, araştırma yapmanız probleminizi doğru bir şekilde tanımlamanızı sağlayacaktır.

1.Öncelikle arama yapacağımız problem durumu ile ilgili anahtar kelimeler belirleyin.



2.Aramak istediğiniz anahtar kelimeleri arama motoruna girin. Karşınıza yüzlerce farklı kaynak çıkacaktır. İşte burada önemli olan hangi kaynağın güvenilir olduğudur.

GÜVENLİ	GÜVENLİ DEĞİL
<ul style="list-style-type: none"> • Kaynak belirtilmiş • Bilgiler güncel • Bilgi,uzmanı tarafından ele alınmış • Bilgi başka kaynaklar tarafından doğrulanıyor • Sitenin uzantısı .gov ve ya .edu ile sürüyor ve ya böyle sitelere bağlantı veriyor. • Tarafsız • Yazım ve ahlak kurallarına dikkat edilmiş 	<ul style="list-style-type: none"> • Kaynak belirtilmemiş • Bilgiler güncel değil • Bilgi uzmanı tarafından ele alınmamış • Bilgi başka kaynaklar tarafından doğrulanmıyor • Sitenin uzantısı .gov ve ya .edu ile sürmüyor ve ya böyle sitelere bağlantı vermiyor. • Tarafsız değil • Yazım ve ahlak kurallarına dikkat edilmemiş



Şimdi siz de bu bilgileri göz önüne alarak probleminizi ya da ihtiyacınızı araştırmaya başlayın.



1.ETKİNLİK :BİLGİ KAYNAKLARININ GÜVENİLİRLİĞİNİ SORGULUYORUM.

HABER

Günümüzde kullanılan testereler elektrikli ya da yakıtlı olabiliyor. Metal, seramik ve plastik kesmede de kullanılabilir. Kesici kısmı düz, açılı ve hareketli olanlar var.

Eskiden kalın ağaçların kesiminde

iki kişinin tuttuğu uzun testereler kullanılmış. Bu tip testereler işi kolaylaştırmasına rağmen yine de çok yorucu olabiliyorlarmış. Bunun farkına varan Tabitha Babbitt, testerenin yuvarlak olmasının işleri daha da kolaylaştıracağını düşünmüş. Babbitt Amerika'nın Massachusetts eyaletinde büyümüş. Sürekli gözlem yapan akıllı ve becerikli biriymiş. Yuvarlak testere dışında başka aletler de geliştirmiş. Ama onların patentini almamış.



Kaynak:eba.gov.tr/Eğlenceli Bilim Dergisi

Yazar:Yrd. Doç. Dr. Hacer Acar

Sizce yukarıda verilen bilgi, güvenilir bir kaynaktan mı elde edilmiştir?

Neden böyle düşündüğünüzü açıklayınız.



2.ETKİNLİK:PROBLEMİMİ SINIRLIYORUM, KRİTERLERE GÖRE DÜŞÜNÜYORUM

PROBLEM DURUMU: Bir grup mühendis,şehirdeki trafik problemini çözmek amacı ile 2000 metre uzunluğunda,yerden 300 metre yükseklikte ve minimum taşıma kapasitesi 2 bin ton olacak bir köprü inşa edeceklerdir. Yapacakları köprü için mühendisler belirli bir bütçe belirlerken, köprünün estetik(insanlarda güzel duygusu uyandıran) özelliğini de göz önüne alacaklardır.Köprünün en fazla 2 yılda bitirilmesi gerekmektedir.

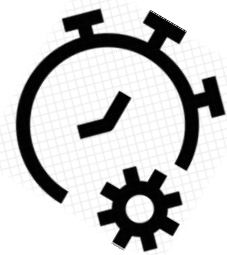
Yukarıdaki tasarım görevini yerine getirecek olan mühendisler için;tasarımda bulunması gereken özellikler yani kriterler ve tasarımı sınırlayan noktalar yani sınırlılıklar nelerdir?Aşağıdaki tabloya kaydediniz.

KRİTERLER(tasarımda olması gereken özellikler)	SINIRLILIKLAR(kısıtlamalar)

HAYDİ ÇOCUKLAR!

ŞİMDİ SİZ DE KENDİ TASARIM PROBLEMİNİZLE İLGİLİ NELER BİLİP NELER BİLMEDİĞİNİZİ ÖĞRENMEK İÇİN ARAŞTIRMAYA YAPMAYA BAŞLAYIN.

- ✓ Araştırmalarınız sonucunda elde ettiğiniz veriler doğrultusunda aşağıdaki soruları cevaplayınız.



BELİRLEDİĞİMİZ PROBLEM YA DA İHTİYAÇLA İLGİLİ NELER ÖĞRENDİM?

PROBLEMİMİZİN SINIRLILIKLARI VE KRİTERLERİ NELER?

KRİTERLERİMİZ(TASARIMIMIZDA OLMASI GEREKEN ÖZELLİKLER):

1.

SINIRLILIKLARIMIZ(KISITLAMALAR)

1.



Mühendislik tasarım sürecinin 2. adımını da tamamladınız. Şimdi sıra Mühendislik tasarım



sürecinin en fazla yaratıcılık gerektiren bölümünde!

1.ETKİNLİK: BEYİN FIRTINASI YAPIYORUM

Görme engelli bireylerin çevrede karşılaştığı sorunlardan biri de trafik sorunudur. Bu bireyler özellikle karşıdan karşıya geçişlerde zorlanmakta, trafik ışıklarını algılayamamakta ya da gelen araçları göremedikleri için genelde başka insanların desteği ile bu sorunların üstesinden gelmeye çalışmaktadırlar.

Siz çocuklar, görme engelli bireylerin bu sorununu çözmek için ne gibi çözümler sunarsınız? Fikirlerinizi ayırt etmeksizin aşağıya sıralayınız.

1.....

2.ETKİNLİK:FİKİRLERİMİ PAYLAŞIYORUM

Yağmurlu havalarda şemsiye taşımanın zorluğu hepimiz için bilinen bir problemdir. Rüzgarlı havalarda dönüp kırılması, yanımızda taşımamızın zor olması, şemsiye tutarken elimizdeki poşetleri taşıyamamız, çantamızın ve ya eşlarımızın ıslanması, şemsiye taşıırken oluşan omuz ve kol ağrıları, yaşlı ve bedensel engelli insanların şemsiye taşımakta zorluk çekmesi bu sorunlardan bir kağıdır.

Siz çocuklar, bu problemin çözümü için ne gibi fikirler sunarsınız? Islanmadan yağmurun tadını çıkarabileceğimiz bir tasarım fikrini, konu ile ilgili merak ettiğiniz bir soru ve ya düşüncelerinizi küçük bir kağıda yazıp yakanıza takınız. Sınıf içerisinde dolaşarak, arkadaşlarınızın fikirlerini inceleyiniz. Birbirinizle değiştirmek istediğiniz fikirleri değiştiriniz.

HAYDI ÇOCUKLAR!

**ŞİMDİ SİZ DE KENDİ TASARIM PROBLEMİNİZLE İLGİLİ ÇÖZÜM
ÖNERİLERİNİZİ LİSTELEYİNİZ.**

- ✓ Araştırmalarınız ve grup içinde paylaştığınız fikirler doğrultusunda probleminize ve ya ihtiyacınıza yönelik ürettiğiniz çözüm önerilerini aşağıya sıralayınız. Gerekli olabilecek araç gereç ve malzemeleri listeleyiniz.

PROBLEM DURUMUMUZ:

ÇÖZÜM ÖNERİLERİMİZ:

1.....

GEREKLİ OLABİLECEK ARAÇ-GEREÇ VE MALZEMELER:

PROBLEMİN ÇÖZÜMÜNE YÖNELİK ÖN TASARIMLARIM ÇİZİMLERİMİZ





Mühendislik tasarım sürecinin 3. adımını da tamamladınız. Şimdi sıra probleminizin çözümü için ortaya koyduğunuz çözüm önerilerinden en uygun olanı seçmekte. Bu basamakta çözüm önerilerinizin benzer ve farklı yönlerini, ayrıca 2. adımda belirlemiş olduğunuz kriter ve sınırlılıkları dikkate alınız.

<u>Çözüm önerilerimizin ortak yönleri</u>	<u>Çözüm önerilerimizin farklı yönleri</u>



Mühendisler, en uygun çözüme karar verebilmek için bazı tablolar kullanırlar. Aşağıda, probleminize en uygun çözüme karar verebilmeniz için örnek bir tablo verilmiştir. Siz de kendi sınırlılık ve kriter sayınıza ve çözüm önerilerinize göre bir tablo yaparak, oluşturduğunuz tabloda çözüm öneriniz var olan kriteri ve sınırlılığı karşılıyorsa artı(+), karşılamıyorsa eksi(-) işareti



ÖRNEK ÇÖZÜM ÖNERİSİ KARAR TABLOSU

	1.KRİTER:	2.KRİTER:	3.KRİTER:
1.ÇÖZÜM ÖNERİSİ:	+	+	+
2.ÇÖZÜM ÖNERİSİ:	-	+	+
3.ÇÖZÜM ÖNERİSİ	-	-	+

	1.SINIRLILIK	2.SINIRLILIK	3.SINIRLILIK
1.ÇÖZÜM ÖNERİSİ	+	-	+
2.ÇÖZÜM ÖNERİSİ	+	+	-
3.ÇÖZÜM ÖNERİSİ	+	-	+

**EN UYGUN ÇÖZÜM ÖNERİSİNE KARAR VERMEK İÇİN OLUŞTURDUĞUMUZ
KARAR TABLOLARI**



GRUPÇA BELİRLEDİĞİNİZ EN UYGUN ÇÖZÜM ÖNERİSİNİ YAZINIZ

NEDEN BU ÇÖZÜME KARAR VERDİĞİNİZİ AÇIKLAYINIZ.



Mühendislik tasarım sürecinin 4. adımını da tamamladınız. Artık sıra yapım aşamasında! Öncelikle problemin çözümüne yönelik seçtiğiniz çözüm önerisine uygun, gerçekleştirmeyi düşündüğünüz tasarınızı çiziniz.

TASARIM ÇİZİMİMİZ



- ✓ ARTIK TASARIMINIZI GERÇEKLEŞTİRMEYE HAZIR MISINIZ? PROBLEMİNİZİN ÇÖZÜMÜNE YÖNELİK TASARIMINIZI OLUŞTURMAYA BAŞLAYIN VE DENEYİN!

Modelinizi denerken yani test ederken elde ettiğiniz tüm verileri kaydedin. Elde ettiğiniz verilerinizi bir tablo ya da grafik ile gösterebilirsiniz.

TEST(DENEME)SONUÇLARIMIZ

TEST SONUCUNDA ÇÖZÜMÜMÜZ BAŞARIYA
ULAŞTI MI?

DEĞİŞİKLİK ÖNERİSİ VAR MI? NELER
İYİLEŞTİRİLEBİLİR?





Mühendislik tasarım sürecinin 5. adımını da tamamladınız. Artık belirlediğiniz problemin çözümüne yönelik bir tasarım gerçekleştirmiş bulunuyorsunuz.

Şimdi sıra çözümünüzü diğer arkadaşlarınızla paylaşmakta☺

Bu basamakta tasarlamış olduğunuz modelinizi bir poster hazırlayarak arkadaşlarınız ile paylaşınız. Posterinizde takip ettiğiniz tüm adımları kısaca açıklayınız.





Mühendislik tasarım sürecinin son basamağına geldiniz. Oluşturmuş olduğunuz mühendislik tasarım ürünlerinizi sınıfta arkadaşlarınızla paylaştıktan sonra, tasarımınızda değiştirmek istediğiniz ve ya geliştirmek istediğiniz kısımlar varsa

İstediğiniz değişiklikleri tasarlamanın

EK 6. Etik Kurul Belgesi





T.C.
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
GENEL SEKRETERLİK
Hukuk Müşavirliği

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Hukuk Müşavirliği - Hukuk Müşavirliği İdari Personel Birimi
21/02/2018 09:12 - 82554930-050.99-E.15241
01618507

Sayı : 82554930- **400 / 438**
Konu : Etik Kurul Belgesi

21/02/2018

Sn. Canan Birsen KELEŞ

“ Fen Bilimleri Dersi “Uygulamalı Bilim Ünitesi” Kapsamında Geliştirilen Etkinliklerin STEM Entegrasyonu Açısından Değerlendirilmesi” adlı proje önerisi için gerekli olan Etik Kurul incelemesi yapılmış ve onay verilmiştir.

Bilgilerinizi rica ederim.

Prof. Dr. Hikmet ÖKSÜZ
Rektör Yrd.

61080 – Trabzon / TÜRKİYE

Tel: +90 (462) 377 21 07

Faks: +90(462) 377 43 99

www.ktu.edu.tr

Ayrıntılı Bilgi İçin İrtibat
Elvan ÖZTÜRKMEN
hukukmusavirligi@ktu.edu.tr

Sayfa
1 / 1

Bu belge 5070 sayılı elektronik imza kanununa göre güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Evrak teyidinde <http://e-belge.ktu.edu.tr> adresinden Belge Num.:82554930-050.99-E.15241 ve Barkod Num.:1618507 bilgileriyle erişebilirsiniz.



KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ EĞİTİM BİLİMLERİ ETİK KURULU

TARİH : 19.02.2018
 YER : KTÜ Fatih Eğt. Fak.
 KATILIMCILAR :
 Prof.Dr. Bülent Şahin (Başkan)
 Prof.Dr. Ertuğrul SESLİ
 Prof.Dr. Suat UNGAN
 Prof.Dr. Haluk ÖZMEN
 Prof.Dr. Hakan Şevki AYVACI
 Prof.Dr. Mehmet Kayhan KURTULDU
 Prof.Dr. Hikmet YAZICI

EĞİTİM BİLİMLERİ ETİK KURULU PROJE ONAY FORMU	
Projenin Adı:	Fen Bilimleri Dersi "Uygulamalı Bilim Ünitesi" Kapsamında Geliştirilen Etkinliklerin Stem Entegrasyonu Açısından Değerlendirilmesi
Projenin Niteliği:	Yüksek Lisans Tez Çalışması
Proje Araştırmacıları:	Canan Birsen KELEŞ
Proje Yürütücüsünün Haberleşme Bilgileri:	Adres: Çukurçayır mah. Hasret sok. Akcity1 F Blok Ortahisar TRABZON Telefon: 5424919984 Eposta: cananbirsenalikis@hotmail.com
Araştırmanın Amacı:	Bu araştırmanın amacı, ortaokul beşinci sınıf Fen Bilimleri dersi Uygulamalı Bilim ünitesi kapsamında ve Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (FeTeMM-STEM) eğitimi temelinde "Mühendislik Tasarım Süreci Döktümanı" hazırlamak, hazırlanan etkinlikleri uygulamak ve etkinliklerin öğrencilerin STEM tutumlarına ve mühendislik tasarım sürecini uygulama becerilerine olan etkisini incelemektir.
Araştırmanın Gerekçesi:	2017-2018 eğitim-öğretim yılında ilk kez 5. sınıflarda uygulanacak olan Fen ve Mühendislik uygulamaları konu alanı, Uygulamalı Bilim ünitesi adında ayrı bir modül olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu bağlamda hem öğrenci, hem de öğretmenlerin ilk kez karşı karşıya kaldığı bu konu alanının, uygulama noktasında hazırlanacak etkinliklerin, öğrencilerde mühendislik tasarım sürecinin doğru uygulanabilirliği açısından önemini bu çalışma ortaya koyacaktır.

✱ HSA AS AS AA 92

Bu belge 5070 sayılı elektronik imza kanununa göre güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.
 Evrak teyidine http://e-belge.ktu.edu.tr adresinden Belge Num.:17932116-399-E.317 ve Barkod Num.:1611902 bilgileriyle erişebilirsiniz.
 Bu belge 5070 sayılı elektronik imza kanununa göre güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.
 Evrak teyidine http://e-belge.ktu.edu.tr adresinden Belge Num.:34453619-050.01.04-E.14960 ve Barkod Num.:1617326 bilgileriyle erişebilirsiniz.

<p>Araştırmanın Yöntemi:</p>	<p>Fen Bilimleri dersi Uygulamalı Bilim ünitesi kapsamında geliştirilecek olan etkinliklerin öğrencilerin STEM tutumlarına ve mühendislik tasarım sürecini uygulama becerilerine olan etkisinin incelendiği bu çalışmada tek grup öntest - sontest deneysel deseni kullanılacaktır. Araştırmanın nitel verileri ise bu yaklaşım içine gömülü olacak şekilde elde edilecektir. Bu sebeple araştırma karma araştırma yöntemi kullanılarak yürütülecektir. Karma yöntem tek bir çalışmada ya da bir araştırma dizisinde hem nitel hem nicel verilerin toplanması, analiz edilmesi ve birleştirilmesine odaklanılan bir araştırma yöntemidir. Karma yöntem, araştırma problemleri ile ilgili farklı araştırma yöntem ve yaklaşımlarının kullanımına olanak sağlayarak araştırmacıya genişletici ve yaratıcı bir bağlam sağlar. Karma araştırma yöntemi insan bilimlerinde gün geçtikçe daha fazla önem kazanmaktadır. Araştırmanın katılımcılarını Trabzon İl Milli Eğitim Müdürlüğüne bağlı bir devlet okulunda öğrenim gören 5. Sınıf öğrencileri oluşturacaktır. Çalışmanın hangi okulda sürdürüleceğine, Milli Eğitim'den gerekli izinler alındıktan sonra, uygulayıcının ve katılımcıların en sağlıklı şekilde etkileşim sürdürebilecekleri şekilde belirlenecektir.</p>
<p>Kullanılacak biyolojik, psikolojik ve teknik vb. tüm yöntemleri açıklayan etik ile ilgili özet:</p>	<p>Araştırma tek grup öntest-son test deneysel deseninde yürütülecek olup, nicel boyutta veri toplama aracı olarak STEM tutum ölçeği kullanılacaktır. Yıldırım ve Selvi (2014) tarafından Türkçe'ye uyarlanan STEM tutum ölçeği için gerekli izinler araştırmacıdan mail yolu ile alınmıştır. Araştırmanın nitel boyutunda veri toplama aracı olarak serbest öğrenci günlükleri, gözlem formları, öğrenci mülakatları ve uygulama süresince ders materyali olarak hazırlanıp uygulanacak olan mühendislik tasarım süreci döktümanları kullanılacaktır.</p> <p>Ek1: STEM Tutum Ölçeği</p>

Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans öğrencisi Sayın Canan Birsen KELEŞ'in "Fen Bilimleri Dersi "Uygulamalı Bilim Ünitesi" Kapsamında Geliştirilen Etkinliklerin STEM Entegrasyonu Açısından Değerlendirilmesi" adlı tez çalışması değerlendirilmiştir.

Yüksek lisans tez çalışması etik açısından uygun bulunmuştur.

Yüksek lisans tez çalışması etik açısından geliştirilmesi gerekmektedir.


Yüksek lisans tez çalışması etik açısından uygun bulunmamıştır.

E. UMA A. H. S. S. S.

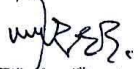
Bu belge 5070 sayılı elektronik imza kanununa göre güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

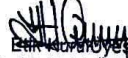
Bu belge E-Posta ile <http://e-belge.ktu.edu.tr> adresinden Belge Num.:17932116-399-E.317 ve Barkod Num.:1611902 bilgileriyle erişebilirsiniz.

Evrak teyidine <http://e-belge.ktu.edu.tr> adresinden Belge Num.:34453619-050.01.04-E.14960 ve Barkod Num.:1617326 bilgileriyle erişebilirsiniz.


Etik Kurul Başkanı
Prof. Dr. Bülent ŞAHİN


KATILMADI
Etik Kurul Üyesi
Prof. Dr. Ertuğrul SESLİ


Etik Kurul Üyesi
Prof. Dr. Suat UNGAN


Etik Kurul Üyesi
Prof. Dr. Haluk ÖZMEN


Etik Kurul Üyesi
Prof. Dr. Hakan Şevki AYYACI


Etik Kurul Üyesi
Prof. Dr. Mehmet Kayhan KURTULDU


Etik Kurul Üyesi
Prof. Dr. Hikmet YAZICI

Bu belge 5070 sayılı elektronik imza kanununa göre güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Evrak teyidine <http://e-belge.ktu.edu.tr> adresinden Belge Num.:17932116-399-E.317 ve Barkod Num.:1611902 bilgileriyle erişebilirsiniz.

Bu belge 5070 sayılı elektronik imza kanununa göre güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Evrak teyidine <http://e-belge.ktu.edu.tr> adresinden Belge Num.:34453619-050.01.04-E.14960 ve Barkod Num.:1617326 bilgileriyle erişebilirsiniz.

9. ÖZ GEÇMİŞ VE İLETİŞİM BİLGİLERİ

1988 yılında Trabzon'da doğdu. İlkokul ve ortaokulu Trabzon Dumlupınar İlköğretim Okulu'nda, lise öğrenimini Trabzon Yunus Emre Lisesi'nde tamamladı. Lisans eğitimini 2006-2010 yılları arasında Samsun Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilgisi Öğretmenliği Bölümü'nde gördü. Meslek hayatına 2010 yılında Artvin ili Arhavi ilçesi Cumhuriyet Ortaokulu'nda Fen Bilgisi öğretmeni olarak başladı. 2012 yılından itibaren Trabzon Maçka Çatak Ortaokulu'nda Fen Bilgisi öğretmeni olarak görevine devam etmektedir. Orta düzeyde İngilizce bilmektedir.

İLETİŞİM BİLGİLERİ

Adres : Canan Birsen KELEŞ, Çatak Ortaokulu, Çatak Köyü, Maçka, Trabzon.

E-Posta : cananbirsenalkis@hotmail.com

Telefon : 05424919984