



T.C.
MUŞ ALPARSLAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MADDE VE ISI ÜNİTESİNDE ARGÜMANTASYON TEMELLİ
MÜHENDİSLİK TASARIM SÜRECİ UYGULAMALARI: ORTAOKUL
6. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN GÖRÜŞ VE DENEYİMLERİ**

Dilara ŞENYILDIZ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı

Haziran-2024
MUŞ
Her Hakkı Saklıdır



T.C.
MUŞ ALPARSLAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MADDE VE ISI ÜNİTESİNDE ARGÜMANTASYON TEMELLİ
MÜHENDİSLİK TASARIM SÜRECİ UYGULAMALARI: ORTAOKUL
6. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN GÖRÜŞ VE DENEYİMLERİ

Dilara ŞENYILDIZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ayşe ÇİFTÇİ

Jüri Üyesi: Doç. Dr. Ayşe ÇİFTÇİ

Jüri Üyesi: Doç. Dr. Ayten ARSLAN

Jüri Üyesi: Doç. Dr. Zeynep KOYUNLU ÜNLÜ

Haziran-2024
MUŞ
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MADDE VE ISI ÜNİTESİNDE ARGÜMANTASYON TEMELLİ MÜHENDİSLİK TASARIM SÜRECİ UYGULAMALARI: ORTAOKUL 6. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN GÖRÜŞ VE DENEYİMLERİ

Dilara ŞENYILDIZ

**Muş Alparslan Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı**

Danışman: Doç. Dr. Ayşe ÇİFTÇİ

Bu araştırmanın amacı; 6. sınıf öğrencilerinin Madde ve Isı ünitesinde uygulanan argümantasyon temelli mühendislik tasarım sürecine ilişkin görüşlerini alma ve deneyimlerini belirlemektir. Bu araştırmada nitel çalışma yöntemlerinden biri olan durum çalışması gerçekleştirilmiştir. Çalışma, 2023-2024 eğitim-öğretim döneminin güz yarıyılında Muş ilinin Korkut ilçesinde bulunan bir devlet yatılı bölge ortaokulunda, 25 erkek öğrencinin yer aldığı 6. sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmacı tarafından hazırlanan, nitel veri toplama araçları olan yarı yapılandırılmış görüşme formu ve öğrenci günlükleri ile veriler toplanmıştır. Toplamda 5 hafta süren argümantasyona dayalı mühendislik tasarım süreci etkinliklerinin bitiminde yarı yapılandırılmış görüşme soruları uygulanmış ve yapılan her etkinlik sonunda öğrenci günlükleri tutulmuştur. Toplanan bu veriler içerik analizi yöntemi ile analiz edilmiş olup bulgular tablolar halinde sunulmuştur. Araştırma sonucunda öğrencilerin argümantasyona dayalı mühendislik tasarım süreci hakkında olumlu görüşlere sahip olduğu belirlenmiş ve öğrenciler ileride bu yöntemi kullanmak istediklerini belirtmişlerdir. Öğrenciler deneyimleri kapsamında grup çalışması gerçekleştirmeyi sevdiklerini söylemişlerdir. Ayrıca argümantasyona dayalı mühendislik tasarım süreci uygulaması yürütülürken bir takım sorunlarla karşılaşmış ve bu sorunlar sonuç kısmında açıklanmıştır. Araştırmadan edinilen bulgular neticesinde derslerde argümantasyona dayalı mühendislik tasarım çalışmalarını yapılması önerilmektedir.

2024, 120 Sayfa

Anahtar Kelimeler: Argümantasyon, Fen Öğretimi, Mühendislik, Mühendislik Tasarım Süreci, Ortaokul

ABSTRACT

MASTER'S THESIS

ARGUMENTATION-BASED ENGINEERING DESIGN PROCESS PRACTICES IN MATTER AND HEAT UNIT: OPINIONS AND EXPERIENCES OF MIDDLE SCHOOL 6TH GRADE STUDENTS

Dilara ŞENYILDIZ

**Muş Alparslan University
Natural and Applied Science
Department of Science Education**

Advisor: Associate Prof. Ayşe ÇİFTÇİ

The purpose of this research; To determine the opinions and experiences of 6th grade students regarding the argumentation-based engineering design process applied in the Matter and Heat unit. In this research, a case study, one of the qualitative study methods, was conducted. The study was carried out in the fall semester of the 2023-2024 academic year, in a public boarding regional secondary school in the Korkut district of Muş province, with 25 male students studying in the 6th grade. Data was collected using a semi-structured interview form and student diaries, which are qualitative data collection tools prepared by the researcher. At the end of the argumentation-based engineering design process activities, which lasted 5 weeks in total, semi-structured interview questions were applied and student diaries were kept at the end of each activity. These collected data were analyzed using the content analysis method and the findings were presented in tables. As a result of the research, students stated that they had positive opinions about the argumentation-based engineering design process and that they wanted to use this method in the future. As a result of their experiences, students said that they liked doing group work. Additionally, some problems were encountered while implementing the argumentation-based engineering design process, and these problems are explained in the conclusion. As a result of the findings obtained from the research, it is recommended to have engineering design studies based on argumentation in courses.

2024, 120 Pages

Keywords: Argumentation, Engineering, Engineering Design Process, Secondary School, Science Teaching

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimin süresince tez çalışmamın her aşamasında akademik birikimini ve her türlü desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, fikirleri ile çalışmalarına yol gösteren tez danışmanım Doç. Dr. Ayşe ÇİFTÇİ hocama sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Şüphesiz ki, teşekkürlerin en büyüğünü, tüm eğitim hayatım boyunca manevi desteğini hep arkamda hissettiğim, her konuda arkamda duran ve beni destekleyen canım annem Fatma KURT'a binlerce kez teşekkür ederek sunuyorum.

Hayatta olsaydı benimle yeniden gurur duyacak olan son sözünde “ helal olsun kızım sana güveniyorum” diyen kıymetli babama bunu da başardım diyememenin üzüntüsüyle Allah'tan rahmet diliyorum, iyi ki benim babamsın.

Anne yarım, ablam Gizem KURT'a beni her zaman destekleyip güçlendirdiği ve hiç yalnız bırakmadığı için çok teşekkür ediyorum.

Tez çalışmam sırasında sorunlarıma çare olan, benimle sevinip benimle üzülen, doktora yapmam için beni destekleyen yol arkadaşım, biricik eşim Ahmet ŞENYILDIZ'a çok teşekkür ediyorum.

Dilara ŞENYILDIZ
MUŞ-2024

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER ve KISALTMALAR.....	ixx
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
1.1. Problem Durumu.....	1
1.2. Araştırmanın Amacı.....	4
1.3. Araştırmanın Önemi	4
1.4. Problem Cümlesi.....	7
1.5. Araştırma Soruları.....	7
1.6. Araştırmanın Sınırlılıkları.....	7
1.7. Araştırmanın Sayıtları.....	7
1.8. Tanımlar.....	8
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	9
2.1. Mühendislik ve Tasarım	9
2.2. Fen Öğretiminde Mühendislik Tasarım Süreci.....	9
2.2.1. Hynes ve arkadaşlarına göre mühendislik tasarım süreci.....	12
2.2.1.1. Problemin tanımlanması	13
2.2.1.2. Probleme yönelik ihtiyaçların belirlenmesi	14
2.2.1.3. Olası çözümlerin geliştirilmesi	15
2.2.1.4. En iyi çözümün seçilmesi	15
2.2.1.5. Prototipin yapılması	16
2.2.1.6. Çözümün test edilmesi ve değerlendirilmesi	16
2.2.1.7. Çözümün sunulması.....	17
2.2.1.8. Yeniden tasarlama.....	17
2.2.1.9. Tasarımın tamamlanması	17
2.2.2. Wendell ve arkadaşlarına göre mühendislik tasarım süreci.....	18
2.2.2.1. Problemin belirlenmesi	19
2.2.2.2. Olası çözüm yollarının araştırılması	20
2.2.2.3. En uygun çözümün seçilmesi	20
2.2.2.4. Prototipin yapılması	21
2.2.2.5. Prototipin test edilmesi	21
2.3. Mühendislik Tasarımına Dayalı Fen Öğretimi	21
2.4. Fen Bilimleri Öğretim Programında Mühendislik Tasarım Uygulamaları.....	23
2.5. Argüman ve Argümantasyon	27
2.6. Argümantasyon ve Fen Eğitimi	28
2.7. Toulmin Argümantasyon Modeli.....	29

2.8. Mühendislik Tasarım Sürecinde Argümantasyon.....	31
2.9. Fen Öğretiminde Mühendislik Tasarım Süreci ve Argümantasyon İle İlgili Yapılan Çalışmalar	32
3. MATERYAL ve YÖNTEM	37
3.1. Araştırma Modeli	36
3.2. Çalışma Grubu	36
3.3. Grupların Oluşturulması ve Uygulama Süreci.....	37
3.3.1. Grupların oluşturulması	37
3.3.2. Araştırma ortamının tasarımı	37
3.3.3. Araştırma uygulama süreci	38
3.4. Veri Toplama Araçları	52
3.4.1. Öğrenci günlükleri	53
3.4.2. Yarı yapılandırılmış görüşme formu.....	54
3.5. Verilerin Analizi	54
3.6. Geçerlik ve Güvenirlik.....	55
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA	57
4.1. Ortaokul Öğrencilerinin Argümantasyona Dayalı Mühendislik Tasarım Süreci Uygulamaları Hakkındaki Görüşleri.....	57
4.2. Ortaokul Öğrencilerinin Argümantasyona Dayalı Mühendislik Tasarım Süreci Uygulamaları Hakkındaki Deneyimleri.....	65
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	74
5.1 Sonuçlar	74
5.1.1. Argümantasyona dayalı mühendislik tasarım süreciyle ilgili öğrenci görüşlerine ilişkin sonuçlar	74
5.1.2. Argümantasyona dayalı mühendislik tasarım süreciyle ilgili öğrenci deneyimlerine ilişkin sonuçlar	77
5.1.3. Argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinde karşılaşılan zorluklara ilişkin sonuçlar	80
5.2 Öneriler	84
5.2.1. Uygulamanın gerçekleştirilmesi için öneriler.....	84
5.2.2. Araştırmacılar için öneriler	85
5.2.3. Öğretmenler için öneriler	86
KAYNAKLAR	87
EKLER	98
ÖZGEÇMİŞ	120

SİMGELER ve KISALTMALAR

Simgeler

F : Frekans

Kısaltmalar

AAAS : American Association for the Advancement of Science
ABD : Amerika Birleşik Devletleri
Akt : Aktaran
Ark : Arkadaşları
Bkz : Bakınız
EIE : Engineering is Elementary
FeTeMM: Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik
MEB : Milli Eğitim Bakanlığı
NAE : Ulusal Mühendislik Akademisi (The National Academy of Engineering)
NASA : Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (National Aeronautics and Space Administration)
NRC : Ulusal Araştırma Kurulu (National Research Council)
STEM : Science, Technology, Engineering ve Mathematics
Vb : Ve Benzeri

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Hynes ve ark.'nın (2011) hazırladığı mühendislik tasarım süreci.....	13
Şekil 2.2 Mühendislik tasarım süreci basamakları (Wendell ve ark., 2010; Ercan, 2013; Bozkurt, 2014).....	19
Şekil 2.3 Bilimsel araştırma ve mühendislik tasarım süreçleri (Aydın yayınları 7. sınıf fen bilimleri ders kitabı, 2018, s. xii)	25
Şekil 2.4 Ortaokul 5. sınıf mühendislik tasarım süreci basamakları (Dikey yayıncılık 5. sınıf fen bilimleri ders kitabı, 2018, s.12).....	26
Şekil 2.5 Ortaokul 6. sınıf mühendislik tasarım süreci basamakları (Sevgi yayınları 6. sınıf fen bilimleri ders kitabı, 2018, s.13).....	27
Şekil 2.6 Ortaokul 7. sınıf mühendislik tasarım süreci basamakları (Aydın yayınları 7. sınıf fen bilimleri ders kitabı, 2018, s.xiii).....	28
Şekil 2.7 Toulmin argüman modeli (Toulmin, 2003).....	31
Şekil 2.8 Toulmin argüman modeline bir örnek.....	32
Şekil 3.1 Grupların oluşturulmasına ilişkin örnek görseller.....	38
Şekil 3.2 Kümbet marketteki ürünler ve fiyatları.....	39
Şekil 3.3 Argümantasyon entegreli mühendislik tasarım süreci aşamaları.....	40
Şekil 3.4 “Gemi Mühendisi Oldum” etkinliğinde problemin belirlenmesi basamağına ait görseller.....	42
Şekil 3.5 “Gemi Mühendisi Oldum” etkinliğinde olası çözüm yollarının araştırılması basamağına ait görseller.....	42
Şekil 3.6 “Gemi Mühendisi Oldum” etkinliğinde en uygun çözüm yolunun seçilmesi basamağına ait görseller.....	43
Şekil 3.7 “Gemi Mühendisi Oldum” etkinliğinde grup üyelerinin çizdiği prototip çizimleri ve açıklaması.....	43
Şekil 3.8 “Gemi Mühendisi Oldum” etkinliğinde grupların seçtiği en iyi prototip çizimleri	44
Şekil 3.9 “Gemi Mühendisi Oldum” etkinliğinde malzeme listesine ait görsel.....	44
Şekil 3.10 “Gemi Mühendisi Oldum” etkinliğinde prototipin yapım aşamasına ait görseller.....	45
Şekil 3.11 “Gemi Mühendisi Oldum” etkinliğinde prototipin test edilmesi aşamasına ait görseller.....	45
Şekil 3.12 “Gemi Mühendisi Oldum” etkinliğinde prototipin test edilmesine ait etkinlik kağıdı görselleri.....	46
Şekil 3.13 “Endüstri Mühendisiyim” etkinliğinde prototipin yapım aşamasına ait görseller.....	47
Şekil 3.14 “Endüstri Mühendisiyim” etkinliğinde prototipin test edilmesi aşamasına ait görsel.....	48
Şekil 3.15 “Endüstri Mühendisiyim” etkinliğinde prototipin sunumuna ait görseller..	48
Şekil 3.16 “Dayanıklı Portakallarım” etkinliğinde prototipin yapım aşamasına ait görseller.....	50
Şekil 3.17 “Dayanıklı Portakallarım” etkinliğinde prototipinin test edilmesi aşamasına ait görseller	51
Şekil 3.18 “Her Evin Elektriği Var” etkinliğinde prototipinin test edilmesi aşamasına ait görseller ve prototip sunumu.....	53

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1	Araştırmacıların birbirlerinden farklı olarak geliştirdikleri mühendislik tasarım basamakları.....	11
Çizelge 2.2	Karar matrisi örneği.....	21
Çizelge 3.1	Haftalık yapılan çalışmalar ve kapsadığı kazanımlar.....	39
Çizelge 3.2	Mühendislik tasarım süreci aşamalarının gerçekleşme süresi.....	41
Çizelge 3.3	Araştırmanın alt problemlerine veri toplama araçları.....	53
Çizelge 4.1	Argümantasyona dayalı mühendislik tasarım süreci etkinliklerini beğenme durumuna ilişkin görüşler.....	58
Çizelge 4.2	Argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecini beğenme nedenlerine ilişkin görüşler.....	59
Çizelge 4.3	Etkinlik süresince hissettiği duygularla ilgili görüşleri.....	60
Çizelge 4.4	Etkinlik süresince eğlenceli buldukları noktalar hakkındaki görüşleri.....	61
Çizelge 4.5	Öğrencilerin argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinde en çok hangi aşamayı beğendiklerine ilişkin görüşleri.....	63
Çizelge 4.6	İleride argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecine vakit ayırma isteğine ilişkin görüşleri.....	64
Çizelge 4.7	Argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecini uygulamayı isteme durumuna yönelik görüşleri.....	64
Çizelge 4.8	Öğrencilerin görüşlerine göre argümantasyona dayalı mühendislik tasarımını günlük yaşamda kullanma sebepleri.....	65
Çizelge 4.9	Argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinde öğrencilerin öğrenme durumu.....	66
Çizelge 4.10	Öğrencilerin deneyimlerine göre argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinde grup çalışması yapma isteği.....	67
Çizelge 4.11	Öğrencilerin deneyimlerine göre argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinde ortaya çıkan sorunlar.....	68
Çizelge 4.12	Argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinin katkı sağlama durumuna ait deneyimleri.....	69
Çizelge 4.13	Argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinin sağladığı katkılar.....	70
Çizelge 4.14	Argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinin olumsuz yanlarının var olma durumu.....	71
Çizelge 4.15	Argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinde öğrencilerin deneyimlerine göre olumsuzluklar.....	72
Çizelge 4.16	Öğrencilerin denetimleri sonucu mühendislik tasarım sürecinde en çok zorlandıkları aşama.....	72
Çizelge 4.17	Öğrencilerin mühendislik tasarım süresince zorlandıkları kısımlardaki deneyimleri.....	74

1. GİRİŞ

1.1 Problem Durumu

Bilim ve teknolojideki ilerlemeler hayatımızda değişimlere sebep olmuştur. Bu değişimlere ayak uydurmak insanlar için bir gereksinim haline gelmiştir. Bireylerin değişen yaşam koşullarına ayak uydurabilmesi için eleştirel düşünmesi, sorgulama yapması, gündelik yaşamda karşısına çıkan problemleri çözmesi gerekmektedir (Küpeli, 2020). Yaşanan değişiklikler sosyal yaşamı da etkileyerek beraberinde sosyal ihtiyaçları doğurmaktadır (Ayaz, 2019). Bu ihtiyaçları giderebilmek içinse fen eğitimine yönelmek gerekmektedir (Yangın, 2006). Bu durumun farkında olan ülkeler öğretim programlarını güncelleyerek değişen yaşamın ihtiyaçlarını karşılamaya çalışmaktadır (Ural ve Bümen, 2016). Ülke olarak bulunduğumuz çağın gerisinde durmayarak değişen şartlara uygun öğretim programlarında güncellemeler yapmamız gerekmektedir (Kaptan ve Kuşakçı, 2002; Karahan ve ark., 2015). Ülkemizde 2018’de yayımlanan mevcut fen bilimleri dersi öğretim programı kazanımlarında öğrencilerin problemleri çözerek ürün oluşturması, girişim becerisi kazanması, inovasyon ve buluş yaparak mühendislik tasarımı süreçlerinin kullanılmasının amaçlandığı fark edilmiştir (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018). Son dönemlerde yapılan araştırma sonuçları göstermektedir ki fen eğitiminin daha kaliteli olması için fen ve mühendislik disiplinleri birlikte kullanılmalıdır (Keeley, 2009). Bu sebeple fen bilimleri dersinde fen ve mühendisliğin beraber uygulanmasının fayda sağlayacağı düşünülmektedir.

Dünyadaki eğitime liderlik eden Amerika Birleşik Devletleri (ABD) sorgulama temelli verdiği fen eğitimine ek olarak ülkenin bilimsel yönden ilerlemesi ve yenilikçi anlayış ile mühendisliği de dâhil etmiştir (Ayaz, 2019). Yıllarca araştırma yapmaya teşvik eden, sorgulama yaptıran fen eğitimine mühendislik tasarımı yaklaşımının eklenmesi gerekmektedir (Akgündüz ve ark., 2015; National Research Council [NRC], 2012). Wendel (2008), fen öğretiminde araştırma sorgulama yaklaşımı ile tasarım yaklaşımının ikisinin de ortak bir çerçevede uygulanması gerektiğini belirtmiştir. Ayrıca mühendislik tasarımı ve araştırma-sorgulama birbiriyle ilişkili olup fen eğitiminde kullanılmaktadır (Brunsell, 2012; Lewis, 2006). Wendell (2008), çocukların araştırma sorgulama yaklaşımında bilgi topladığını, gerekli açıklamalar yaptığını ve bu bilgileri kanıta dayandırdığını, tasarım yaklaşımında ise bir problemin çözümü için prototip tasarlayıp test ederek en uygun çözümü bulduklarını belirtmiştir. Mühendislik tasarımı

süreci üst seviyede düşünebilme, iş birliği içinde çalışabilme, araştırıp sorgulama yapmayı gerektirmektedir (Ercan ve Bozkurt, 2013; Marulcu, 2010; National Academy of Engineering [NAE] ve NRC, 2009; NRC, 2012; Wendell, 2008). Bununla birlikte öğrenciler tasarım yaparak mühendislik kabiliyetlerini geliştirirken aynı zamanda fen kazanımlarını da edinebilirler.

Denson'ın (2011) dediği gibi mühendislik tasarım süreci, öğrencilerin karar verme kabiliyetlerini artırır. Türkiye'de Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı içeriğinde karar verme becerisi yer almakta fen eğitiminde bu becerinin gelişmesi önemsenmektedir (MEB, 2013; MEB, 2018). Bundan dolayı, Wendell ve Rogers'ın (2013) dediği gibi mühendislik eğitimi, öğretim programına erken yaşlardan itibaren öğretilecek şekilde entegre edilmelidir. Mühendislik tasarım temelli fen öğretimi çalışmalarına bakıldığında, sınırlı sayıda olduğu görülmekte ve fen dersine mühendisliğin nasıl aktarılacağı konusunda hala bir takım sıkıntılar bulunmaktadır (Hacıoğlu ve ark., 2016). Günümüzde mühendisliğe verilen önem artmasına rağmen, okullarda mühendislik disiplininin tek başına uygulanması, okullardaki imkânların kısıtlı olması ve bu alanda uzman kişilerin bulunamaması sebebiyle mühendislik eğitimi yetersiz kalınmaktadır (Bybee, 2010; NRC, 2012). Bu sebeple mühendislik tek başına değil mevcut olan derslere aktarılarak öğretim sağlanmalıdır (Bybee, 2010).

1960'lı yılların sonlarından itibaren, mühendislik alanlarında tasarım kavramı kullanılsa da eğitim alanında tasarım kavramı sonradan kullanılmaya başlanmıştır (Kelly, 2008). Eğitim alanına girdikten sonra tasarımın eğitimdeki etkileri araştırılmaya başlanmıştır (Ayaz, 2019). Wendell ve ark. (2010) yaptıkları çalışmada, fen öğretiminde tasarım yapmanın faydalı olduğunu vurgulamışlardır. Günümüz araştırmalarına baktığımızda tasarım kavramıyla mühendislik sürecinin bir arada kullanıldığı görülmektedir (Ayaz, 2019). NRC'ye (2012) göre öğrencilerin en iyi tasarımı yapabilmeleri için argümantasyondan yararlanmaları gerekmektedir. Mühendislik tasarım sürecinde birden fazla çözüm bulunur ve bu çözümlerden birine karar verirken kriterler değerlendirilir. Öğrenciler mühendislik tasarım sürecinde kriterleri değerlendirirken argümantasyon yönteminden yararlanabilirler. Bir kavram açıklanırken bilim insanları argümantasyon yöntemini kullanmakta, mühendisler ise argümantasyon yönteminden etkili çözüm yoluna ulaşmak amacıyla faydalanmaktadır (NRC, 2012). Çünkü mühendisler bir problemi çözerken ve çözümün yeterliliğini yani ihtiyaçları karşılayıp karşılamadığını sorgularken argüman üretip kanıt sunmaya çalışırlar (Ball ve ark., 2015).

Argümantasyon, mühendislik tasarım sürecinde önemli rol oynamasına rağmen argümantasyona dayalı mühendislikle ilgili çok az sayıda çalışma (Chu ve ark., 2018; Demirel, 2021; Keçeli, 2020; Tuhtakaya, 2019) bulunmaktadır. Chu ve ark.'nın (2018) yaptığı çalışmada sekizinci sınıf öğrencileri ile argümana dayalı mühendislik tasarımı gerçekleştirilerek öğrencilerinin mühendislik kimliğinin gelişimine etkileri, mühendisliğe olan ilgi ve algıları incelenmiştir. Keçeli (2020) fen bilimleri öğretmenliği bölümünde okuyan öğretmen adaylarıyla argümana dayalı mühendislik çalışması yaptırarak grup içerisindeki tartışmaları araştırmıştır. Tuhtakaya (2019) ise yapmış olduğu çalışmada fen bilgisi öğretmen adaylarının mühendislik tasarım sürecine ait görüşlerini alınmış, yaratıcılıkları değerlendirilmiş ve mühendislik becerilerini araştırmıştır. Demirel (2021) ışık konusunda argümantasyon destekli mühendislik çalışması yaptırarak ortaokul öğrencilerinin 21. yüzyıl becerilerine ve öğrenmelerine etkisini araştırmıştır.

Ortaokul öğrencileriyle yapılmış olan mühendislik tasarımı çalışmaları incelendiğinde en çok akademik başarının (Alinak Bozkurt, 2018; Ercan, 2014; Ercan ve Şahin, 2015; Özer, 2019; Yasak, 2017), motivasyonun (Aydın ve Karanlı, 2019), tutumun (Alinak Bozkurt, 2018; Yasak, 2017), algının (Alinak Bozkurt, 2018; Çiftçi, 2018) ve mühendislik tasarım becerisinin (Ercan, 2014; Özer, 2019) araştırıldığı görülmüştür.

Yapılan araştırmalar bizlere göstermektedir ki gündelik yaşamda karşılaştığımız problemleri, mühendislik tasarım sürecine argümantasyon yönteminin unsurları olan iddia, tartışma ve kanıtın entegre edilmesiyle çözülebilir (Çorlu, 2014; Demircioğlu ve Uçar, 2014). Böylece mühendislik tasarım sürecinde öğrenciler en etkili tasarımı ortaya çıkarabilmek için kanıtlayıcı argümanları kullanırlar (Ball ve ark., 2015). Yani tasarımların avantaj, dezavantaj ve sınırlılıklarını analiz etmek için argümantasyon kullanırlar (Ercan, 2014). Argümantasyon, mühendislik tasarımı süreci içerisinde öğrencilerin problem durumunu belirleyebilmesini, tasarıma ve en iyi çözüme karar verme basamaklarında orijinal fikirler bulabilmeyi ve bu fikirler arasından kanıta dayalı olanı seçmeleri, karşılarındaki kişiyi en etkili çözümün kendi yaptıkları olduğuna ikna edebilmesini sağlar (Özdem Yılmaz, 2017). Tüm bunlar bizlere mühendislik tasarım süreçlerine argümantasyonun dahil edilmesinin faydalı olacağını göstermektedir.

1.2 Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı; 6. sınıf öğrencilerinin Madde ve Isı ünitesinde uygulanan argümantasyon temelli mühendislik tasarım sürecine ilişkin görüşlerini alma ve deneyimlerini belirlemektir.

1.3 Araştırmanın Önemi

Yaşadığımız bu zamanda öğrencilerin bilgiyi ezberlemesi değil, bilgiyi anlamlandırması, çözüm üretmesi, çözümlerini geliştirmesi beklenmektedir. Bu beklentinin karşılanması ise mühendislik tasarım süreciyle sağlanabilir. Mühendislik tasarım süreci yaklaşımı öğrencilerin problem durumunu düşünüp, çözüm yollarını belirleyip en doğru çözümü seçerek prototip üretmeyi sağlar. Günümüzde mühendislik tasarım sürecinin uygulanması fen öğretimi açısından büyük bir öneme sahiptir. Bu çalışmayla öğrencilerin kendilerini mühendis yerine koyarak düşünmeleri sağlanmıştır. Bu sayede öğrenciler mühendis gibi düşünerek mühendis gibi tasarımlarını ortaya koymuşlardır.

Argümana dayalı mühendislik ise öğrencilerin grup içinde tartışarak argüman üretmelerini ve prototip tasarımlarını kapsar (Chu ve ark., 2018). Gruplar arası tartışmalar gerçekleşirken bazı sorunlar yaşanabilir veya tasarımı gerçekleştirirken birtakım sorunlarla karşılaşılabilir. Gerçekleştirilen bu araştırma argümana dayalı mühendislik tasarımı yapılırken karşılaşılan sorunların neler olduğunu belirlememize olanak sağlar. Alan yazın incelendiğinde genellikle grup içerisinde anlaşmazlık yaşanması (Doğan ve ark., 2017) gibi sorunlarla karşılaşıldığı görülmektedir.

2017 yılında fen bilgisi öğretim programında yapılan değişiklikler ile mühendisliğin konulara entegre edilmeye çalışıldığı görülmüştür. Fen bilgisi eğitimi konu alanlarına 2017 yılında “Fen ve Mühendislik” isimli konu alanı ilave edilmiştir (MEB, 2017). 2017 öğretim programında “fen dersinin öğrencinin merkezde olduğu ortamlarda (problem, argümantasyon vb.) gerçekleştirilmesi öngörülmektedir” ifadesi yer almıştır (MEB, 2017, s.11). 2018 yılında yapılan değişiklik ile “Öğretim Programında Alana Özgü Beceriler” başlığı altında mühendislik ve tasarım becerilerinden söz edilmiştir. Ayrıca ders kitaplarının ilk sayfalarına “Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları” başlığı altında mühendislik tasarım süreci basamakları eklenmiştir. Her sınıf kademesinde, eklenen mühendislik tasarım süreci basamaklarının sayısı değişiklik göstermektedir. Öğrencilerden fen, mühendislik ve girişimcilik

uygulamaları kısmında bulunan uygulama adımlarını izleyerek o konuya ait uygulama yapmaları ve yapmış oldukları prototipi sene sonunda yapılacak olan bilim şenliğinde sunmaları beklenmektedir (MEB, 2018). Bu çalışma, fen bilimleri dersi öğretim programında öğrencilerden beklenenler ile örtüştüğü için önemli olduğu düşünülmektedir. Fen bilimleri öğretim programında yer alan kazanımlara baktığımızda birçoğunun tasarım odaklı ve öğrenci merkezli olduğu görülmektedir. Bu sebeple fen eğitiminde mühendislik tasarım süreçlerini kullanmak bu çalışmanın önemini ortaya koymaktadır.

Derslerin mühendislik tasarım süreciyle işlenmesi bazı önemli faktörlerin gelişimine sebep olabilmektedir. Bu faktörlerden ilkinde öğrenci motivasyonlarının artması diyebiliriz. Mühendislik tasarım sürecinin her aşamasında öğrenciler işbirliği içerisinde kararlar almaktadır. Özer (2005) yapmış olduğu çalışmada öğrencilerin işbirliği içerisinde çalışmalarının derse olan motivasyonlarının yükseldiğini görmüştür. Diğer bir faktör ise öğrencilerin akademik başarılarının artmasıdır (Ercan, 2014; Ercan ve Şahin, 2015; Marulcu, 2010; Özer, 2019; Yasak, 2017). Ercan'a (2014) göre öğrencilerinin ders başarılarının artmasında ürettikleri prototipin problemin çözümü için yeterli olmadığında gerekli iyileştirmeler, düzenlenmeler yapıyor olmalarıdır. Diğer bir faktör kapsamında öğrencilerin fen dersine yönelik olumlu tutum geliştirdikleri de görülmüştür (Karahana ve ark., 2015; Wendell ve Rogers, 2013). Ayrıca mühendislik tasarım sürecinde öğrenciler mühendislik basamaklarını kullanarak ilerledikleri ve mühendis gibi düşündükleri için onların mühendislik alanıyla ilgili kariyer bilinci de gelişmiştir. Kariyer bilincinin geliştiğini Gencer'in (2015) yapmış oldukları çalışma bizlere göstermektedir.

Fen öğretiminde argümantasyon ile yapılan çalışmalara bakıldığında (Demirel, 2017; Gülseven, 2020) ise birçoğunun argümantasyona dayalı uygulamalar yaptırdıktan sonra argümantasyon becerisini incelemeye yönelik olduğu tespit edilmiştir. Tuğ (2020) yapmış olduğu mühendislik tasarım çalışmasında mühendislik tasarım süreçlerine argümantasyonun dâhil edilmesi gerektiği önerisinde bulunmuştur.

Fen bilimleri dersi kazanımlarına uygun az sayıda, argümana dayalı mühendislik tasarımı etkinliği bulunmaktadır. Bu çalışmada hazırlana etkinliklerin, diğer araştırmacılara ve fen bilgisi öğretmenlerine kılavuzluk etmesi beklenmektedir. Bu çalışmada gerçekleştirilen argümana dayalı mühendislik tasarım süreci uygulama etkinliklerine hiçbir çalışmada ulaşılamamıştır. Ayrıca araştırmacı tarafından hazırlanan yarı yapılandırılmış görüşme formu da çalışmanın özgünlüğünü

sağlamaktadır. Bu çalışma örneklem açısından incelenirse; sosyoekonomik düzeyi düşük olan ve köyde yaşayan öğrencilerin, gündelik yaşamda karşılaştıkları sorunlara mühendisler gibi düşünüp çalışarak çözüm bulma konusunda gelişimleri çalışma için önemlidir. Uygulamadaki farklılıklar ve incelenen değişkenler bu çalışmayı farklı kılmaktadır. Çünkü literatürde argümantasyona dayalı mühendislik tasarım süreci uygulamalarıyla görüş ve deneyimin incelendiği çalışma bulunamamıştır. Daha çok başarı, motivasyon, algı, tutum ve becerinin incelendiği çalışmaların yer aldığı görülmüştür. Öğrencilerin deneyimleri doğrultusunda görüşlerinin alınması, ileride yapılacak olan çalışmalara yol göstermesi ve fen bilimleri dersinin işlenişinin düzenlenmesi açısından önemli olacağı düşünülmektedir.

Ortaokul öğrencileriyle mühendislik tasarım sürecinin uygulandığı ve farklı değişkenler inceleyen araştırmalar (Alinak Bozkurt, 2018; Aydın ve Karslı Baydere, 2019; Aydoğan, 2019; Bulut, 2019; Ekmekçi, 2022; Ercan ve Şahin, 2015; Gök, 2019; Küpeli, 2020; Musaoğlu, 2020) mevcuttur. Mevcut olan bu araştırmalar argümantasyon entegreli mühendislik tasarım süreci çalışması değildir. Literatürde Science, Technology, Engineering ve Mathematics [STEM] içerisine argümantasyonun dahil edildiği çalışmalar (Gülen, 2018; Gülen ve Yaman, 2018; Gülseven ve ark., 2021; Sarıoğlu, 2022; Yıldırım ve Türk, 2018) olsa da bu çalışmalarda da mühendislik tasarım süreci basamakları kullanılmamıştır. Literatüre baktığımızda her STEM uygulamalarında mühendislik tasarım süreci basamaklarının kullanılmadığı görülmektedir. Bu sebeple argümantasyona dayalı mühendislik tasarım süreci basamaklarının uygulandığı çalışmalarının sayısı sınırlıdır.

Gerçekleştirilen mevcut çalışmada argümana dayalı mühendislik tasarım süreci için hazırlanan etkinlikler, 6. sınıf madde ve ısı ünitesini kapsamaktadır. Madde ve ısı ünitesinde mühendislik tasarım süreci basamaklarıyla gerçekleştirilen araştırmalar çok az sayıda bulunsa da (Koçan, 2019; Şapkan, 2019; Uzel, 2020) bu araştırmalardaki mühendislik tasarım süreci etkinlikleri argümantasyona dayalı değildir ve öğrenci görüş ve deneyimini incelememektedir. Ortaokul öğrencileriyle argümantasyon temelli mühendislik tasarım süreci etkinliklerinin uygulandığı çalışmalar (Demirel, 2021; Tozlu ve ark., 2019; Tuğ, 2020) sınırlı sayıdadır. Sınırlı sayıdaki araştırmalar bu çalışmadan farklı ünite ve farklı sınıf düzeyinde öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Yapılan literatür taramasında, argümana dayalı mühendislik tasarımı ile ilgili görüş ve deneyim belirleme çalışmalarına ulaşılamamıştır. Böylece mevcut çalışmayla literatürdeki boşluğun doldurulacağı düşünülmektedir.

1.4 Problem Cümlesi

6. sınıf öğrencilerinin madde ve ısı ünitesinde uygulanan argümantasyon temelli mühendislik tasarım sürecine ilişkin görüş ve deneyimleri nelerdir?

1.5 Araştırma Soruları

1. 6. sınıf öğrencilerinin argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecine ilişkin görüşleri nelerdir ?
2. 6. sınıf öğrencilerinin argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecine ilişkin deneyimleri nelerdir ?
3. 6. sınıf öğrencilerinin argümantasyona dayalı mühendislik tasarım süreci etkinlik uygulamasında karşılaştıkları sorunlar nelerdir ?

1.6 Araştırmanın Sınırlılıkları

Mevcut araştırmanın sınırlılıkları aşağıda maddeler halinde belirtilmiştir.

1. Araştırma 2023-2024 eğitim öğretim yılındaki 25 kişiden oluşan 6. sınıf öğrencileri ile sınırlıdır.
2. Araştırmanın uygulanması 5 hafta, 30 ders saati ile sınırlıdır.
3. Araştırma yalnızca 6. sınıf madde ve ısı ünitesi ile sınırlıdır.
4. Argümantasyona dayalı mühendislik tasarım basamaklarındaki uygulamaların yapılması okuldaki malzemelerle sınırlı olmuştur.

1.7 Araştırmanın Sayıtları

1. Gruplar mühendislik tasarım etkinliklerini yaparken birbirinden bağımsız düşünüp çizimleri yapmış daha sonra işbirliği içinde karar verilmiştir.
2. Araştırmaya katkı sağlayan öğrenciler veri toplama araçlarını içtenlikle cevaplandırmışlardır.
5. Araştırmada veri toplama araçları hazırlanırken, argümantasyona dayalı mühendislik tasarım etkinlikleri hazırlanırken, veri analiz edilirken görüşleri alınan uzmanların samimi oldukları varsayılmaktadır.

1.8 Tanımlar

Argümantasyon: Kişilerin ürettiği argümanları savunurken nitelikli kanıtlara dayandırarak düşüncelerini açıklayabilme, karşısındaki bireyleri ikna edebilme çabasına girme, bilimsel konularda kendilerini bilim insanı olarak görüp düşünce üretebilme, ürettikleri düşünceleri farklı yollarla aktarabilme ve tartışabilme süreci şeklinde tanımlanabilir (Aktamış ve Hiğde, 2017).

Mühendislik Tasarım Süreci: Gerekli ihtiyaçları sağlayacak ve problemin çözümünde süreç, araç ya da sistem dizayn etmeyi içeren devamlı olarak bir sonuca ulaşma sürecidir (Bozkurt, 2014).



2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1 Mühendislik ve Tasarım

Mühendislik ve tasarım kelimelerinin anlamları ve aralarındaki bağlantı iyi bir şekilde bilinirse mühendislik tasarım sürecinin ilerleyişinin nasıl olduğunu anlayabilmek kolay olur (Bozkurt, 2014). Mühendislik, temel bilimlerin ve matematiğin deneyim, bilgi ve yeteneklerle edilen bilgilerden yararlanarak, çevrede bulunan malzemeleri kullanarak yapıların, ürünlere ve makinelere uyarlanması sürecidir (Özçep, 2007). Mühendislik etkinliklerinin bir çoğunu incelediğimizde, karşımıza tasarım kelimesi çıkmaktadır (Petroksi, 1996; akt. Bozkurt, 2014). Bu durumda mühendislik için bir problemin çözümünde çoğunlukla bir şeyler tasarlanmasının (desing) olduğu çıkarılabilir (Özçep, 2007). Mühendislikte tasarım, mühendislerin karşılaştığı mühendislik problemini çözüme kavuşturmak için çoğunlukla ürün oluşturma ya da problem durumunun çözümü için önerilen yolların geliştirilmesinde en iyi yöntemi seçme işidir diyebiliriz (NAE ve NRC, 2009). Başka tanımlarda ise mühendislik tasarım, gerekli ihtiyaçları sağlayacak ve problemin çözümünde süreç, araç ya da sistem dizayn etmeyi içeren devamlı olarak bir sonuca ulaşma sürecidir (Bozkurt, 2014). Mühendislik tasarımı çoğunlukla insan yaşamını basitleştirecek aletler ya da küçük veya büyük bir yapının tasarımında yararlanılan işlem adımları olabilir (Özçep, 2007).

2.2 Fen Öğretiminde Mühendislik Tasarım Süreci

Bilim insanları bir problem durumunun çözümünde bilimsel araştırma basamaklarını, mühendisler ise mühendislik tasarım sürecini kullanırlar (Koyunlu Ünlü ve ark., 2018). Teknolojinin sürekli olarak gelişmesi ile tasarlayan, araştıran, düşünen, sorgulayan ve farklı çözümler üretebilen bireylere ihtiyaç artmıştır (Bakırcı ve Kutlu, 2018). Günümüzde bireylerden yaratıcı olmaları, problem çözebilmeleri, eleştirel düşünme becerisine sahip olmaları, işbirliği içinde çalışabilmeleri, medya okuryazarı olmaları, bilgi ve teknoloji okuryazarı olmaları beklenmektedir (Akgündüz ve ark., 2015). İnsanların gereksinim duyduğu bu becerilerin ilerlediği, bilim ve teknoloji merkezli yeryüzünde mühendislik tasarımı eğitime gösterilen itibar yükselmektedir (Balçın ve Ergün, 2017). Mühendislik tasarımı yapısından dolayı; fen, teknoloji, mühendislik ve matematikden oluşan bu dört disiplini birbirine bağlayan özelliğe sahiptir (Felix, 2010; NAE ve NRC, 2009). Bu bağlamdan yola çıkarsak örneğin mühendislik; fen ve matematik disiplinleri ile doğrudan bağlantılıdır, yani bir mühendis

çalışmalarında matematik ve fen disiplinlerini kullanırken aynı anda matematik ya da fen alanında çalışma yapan kişiler de mühendislerin ortaya çıkarttığı araçları kullanırlar (Bozkurt, 2014; NAE ve NRC, 2009). STEM eğitimi içerisinde “E” disiplini olarak bulunan “Mühendislik” öğrencileri derse güdüleme ve dersteki başarıları konusunda ciddi oranda katkı sağlamaktadır (Tuhtakaya, 2019). Mesleki kurum ve araştırmacılar, mühendislik uygulamalarının fen ve matematik derslerinde kullanılabilmesi için bazı sebepler açıklamaktadırlar (Roehrig ve ark., 2012):

1. Mühendislik, fen ve matematik öğrenbilmek için mevcut yaşam ile ilişki kurar.
2. Mühendislik tasarım uygulamalarının görevleri, problemleri çözebilme yeteneğinin gelişmesini sağlamaktadır.
3. Mühendislik disiplininde tasarım görevleri kompleksli olduğundan, iletişim yeteneğinin ilerlemesini sağlar ve takım çalışmasını motive eder.

Tuhtakaya’ya (2019) göre, mühendislik tasarımı gündelik yaşamda karşılaştığımız güçlüklerle ve bu güçlüklerin yaratmış olduğu problemlere dayanır. Bu duruma ek olarak, herhangi bir mühendislik tasarım sürecindeki problemleri giderici çözüm geliştirilmiş olsa bile, bu problemlerin; değişmeyen, sabit, tek bir çözüm yolu olmaz. Mühendislik tasarımı sürecinde öğrencilerin yaptıkları seçime bağlı olarak; maliyeti aza düşürmek, tasarımın eşsiz olmasını sağlamak gibi birçok çözüm yoluna ulaşmak mümkündür (Tuhtakaya, 2019). Mühendislik tasarımı, kompleks ve gündelik yaşam ile bağlantılı olan problemleri çözüme kavuşturmak için öğrencilerin kabiliyetlerini geliştirebilecek çeşitli özelliklerdeki çözüm yöntemine yoğunlaşan disiplin tasarımıdır (English ve King, 2015). Mühendislik tasarım süreçleri, özgün bir tasarım, ürün veya sistem geliştirmek için sistematik olarak birbirini takip eden aşamaların tümü olarak tanımlanabilir (Cunningham ve Hester, 2007).

Eğitimde mühendislik tasarım uygulamalarının verimliliği için ilk olarak öğrencilerin mühendis ve mühendislik kelime düşünceleri belirlenmeli, sonrasında düşüncelerinin gelişimi için etkinlikler düzenlenmelidir (Koyunlu Ünlü ve Dökme, 2016). Mühendislik süreci yeni öğrenmeler gerçekleştirme, yeni ürünlerin tasarımını yapma ve nasıl çalıştığını görme olarak ifade edilir, fakat mühendislik yalnızca yeni şeyler tasarlaması demek değil insanların gündelik yaşamda karşı karşıya kaldıkları sorunları etkili biçimde çözüme kavuşturmasıdır (Marulcu ve Sungur, 2012). Mühendislikle ilgili çalışmalarda bulunan öğrencilerin zihinsel ve duygusal gelişimleri

desteklenir, sonunda kariyer bilinci oluşur ve fen okuryazarlığı artar (Gencer, 2015). Öğrenciler problem durumunu belirleme, problemle ilgili bilgiler edinme, farklı çözümler ve fikirler üretme, buldukları çözüm önerisini sınama, çözümü değerlendirme ve mühendislik tasarım aşamalarını en iyi çözümü buluncaya kadar tekrarlama gibi mühendislik becerilerini mühendislik çalışmalarında aktif rol oynayarak geliştirebilirler (American Association for the Advancement of Science [AAAS], 1993; NRC, 2010).

Alanyazına bakıldığında, mühendislik tasarım süreci için araştırmacıların birbirinden farklı basamaklar ortaya koydukları görülmektedir. Yapılan farklı çalışmalarda mühendislik tasarım süreci basamaklarının üç ile dokuz arasında değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir (Bkz. Çizelge 2.1, Brunsel, 2012; Culver, 2012; Fortus ve ark., 2004; Hynes ve ark., 2011; Mentzer, 2011; NAE ve NRC, 2009; NASA, 2015; National Aeronautics and Space Administration [NASA], 2018; NRC, 2012; Wendell ve ark., 2010). Literatürde mühendislik tasarım süreci ile ilgili çeşitli tasarım döngüleri bulunmaktadır (Bozkurt, 2014). Kullanılan döngüler öğrencilerin seviyesine göre farklılık gösterebilmektedir. Aşağıdaki Çizelge 2.1’de araştırmacıların birbirlerinden farklı olarak geliştirdikleri mühendislik tasarım adımları verilmiştir.

Çizelge 2.1 Araştırmacıların birbirlerinden farklı olarak geliştirdikleri mühendislik tasarım basamakları

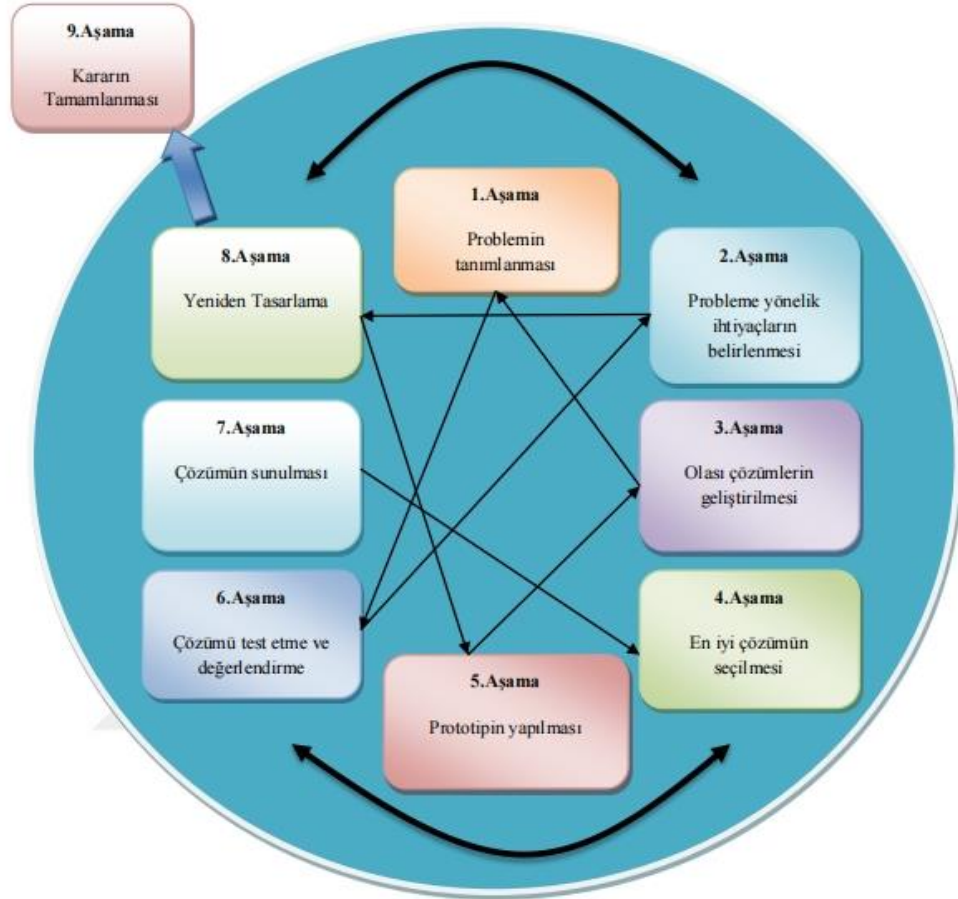
Araştırmacılar	Geliştirdikleri Mühendislik Tasarım Basamakları
NRC (2012)	Problemin tanımlanması ve sınırlandırılması Olası çözümlerin geliştirilmesi Tasarım çözümünün en uygun hale getirilmesi
Brunsell (2012)	Problemin tanımlanması Olası çözümlerin geliştirilmesi Çözümlerin analiz edilmesi Çözümlerin en uygun hale getirilmesi İletişim
Tayal (2013)	Problemin tanımlanması Araştırma yapılması İhtiyaçların belirlenmesi Alternatif çözümler geliştirilmesi En iyi çözümün seçilmesi Geliştirme çalışması yapılması Prototipin yapılması Test edilmesi ve yeniden tasarım yapılması
Mangold ve Robinson (2013)	Problemin tanımlanması Araştırmanın yapılması Beyin fırtınası yaparak çözümlerin geliştirilmesi Çözümlerin analiz edilmesi, değerlendirilme En iyi çözümün seçilmesi Prototipin oluşturulması Prototipin test edilmesi

	Yeniden tasarlama
Hynes ve ark., (2011)	Problemin tanımlanması Probleme yönelik ihtiyaçların belirlenmesi Olası çözümlerin geliştirilmesi En iyi çözümün seçilmesi Prototipin yapılması Çözümü test etme ve değerlendirme Çözümün sunulması Yeniden tasarlama / Revize etme Kararın tamamlanması
NASA (2015)	Problemi belirleme Problemi araştırma Olası çözümler geliştirme En iyi çözümü seçme Prototipin yapılandırılması Çözüm/leri test etme ve değerlendirme Çözüm/leri sunma Yeniden tasarlama
Wendell ve ark., (2010)	Problemlerin Belirlenmesi Olası çözümlerin araştırılması En uygun çözümün seçilmesi Prototipin yapılması Prototipin test edilmesi
NASA (2018)	Sor Hayal et Planla Yarat Geliştir

Mühendislik tasarım süreçlerindeki aşamalar farklı çalışmalarda farklı adımlar ile belirtilse de hemen hemen hepsinin temel ilkeleri aynıdır. Hepsinin ortak yanı ise problemin belirlenip tanımlanmasıyla başlaması ve problemin çözümü için somut bir ürün ortaya çıkarmakla biten bir döngü olmasıdır (NAE ve NRC, 2014). Mühendislik tasarım sürecini Brunsell (2012) beş, NRC (2012) ise üç basamakta kategorize etmiştir. Wendell ve arkadaşları (2010) ise mühendislik tasarım sürecini beş adımda ele almıştır. Tayal (2013), Mangold ve Robinson (2013) ise sekiz basamakta incelemiş olup Hynes ve ark. (2011) bu basamakları dokuz kadar çıkartmışlardır. Ayrıca NASA, 2015 yılında büyük gruplar için 8 aşamalı; 2018 yılında ise küçük gruplar için 5 aşamalı mühendislik tasarım sürecini ortaya koymuştur.

2.2.1 Hynes ve arkadaşlarına göre mühendislik tasarım süreci

Hynes ve ark. (2011) “Bir mühendis nasıl tasarım yapar?” sorusuna yanıt bulmak için ortaya çıkardıkları, problem durumunun tanımlanmasıyla başlayan ve kararın tamamlanmasıyla biten dokuz aşamalı döngü modeli Şekil 2.1’de sunulmuştur.



Şekil 2.1 Hynes ve ark.'nın (2011) hazırladığı mühendislik tasarım süreci

Şekil 2.1'de bulunan oklar hangi aşamadan hangi aşamaya tekrar geri gidilebileceğini ifade eder. Bu nedenle mühendislik tasarım süreci tek bir yönde ilerlemez. Örneğin; yeniden tasarlama aşamasından prototipin yapılması aşamasına geri dönüş olabilir. Literatür incelendiğinde (Alinak Bozkurt, 2018; Asal, 2020; Bozkurt, 2014), bu modelin daha çok lise düzeyindeki öğrencilere uygulandığı saptanmıştır. Mühendislik tasarım sürecine yönelik verilen aşamaların hepsi için tek tek ayrıntılı bilgi verilmesi gerekmektedir. Bir mühendislik tasarım aşaması ile ilgili bilgi verilmeden diğer bir aşamaya geçilemeyeceği söylenmiştir (Howard ve ark., 2008). Mühendislik tasarım süreci basamakları düzenli ve inovatif olduğundan tasarımın tüm bölümleri sınanabilir ve sonrasında ayrıntılandırılır (NRC, 2012).

2.2.1.1 Problemin tanımlanması

Mühendislik tasarım sürecinde somut bir ürün elde edilebilmesi amacıyla ilk olarak problem durumunun ortaya konması gerekir (Tuhtakaya, 2019). Mühendislik tasarım süreci, gerçek hayattaki bir problem durumuyla ya da bir ihtiyaç durumunda başlar (NRC, 2012). Bu ihtiyaçlar ifade edilirken ilk önce kendimizi veya yakın

çevremizdeki insanları olumsuz etkileyen bir takım durumların listelenmesi gerekir (Bybee, 2010). Problem durumuna karşı birden çok çözüm yollarının bulunması önemlidir (Hynes ve ark., 2011; Wendell, 2008). Problem durumunun belirlenebilmesi için öğrenciler birbirinden farklı üç soruyu kendilerine yöneltilmelidir. Bu sorular şunlardır; “Problem yaratan durum nedir?”, “Bu problem, kim tarafından ortaya koyulmuş ve problem için gerekli duyulan cevaplar nelerdir?”, “Neden problemin çözülmesi önemlidir?” (NRC, 2012). Bu aşamada insanların kendilerini mühendis yerine koyarak düşünmeleri sağlanır ve fen kavramlarını öğrenmelerinde çeşitli disiplinlerden faydalanmalarını gerektiren tasarımlar oluşturmaları gerektiğini fark ettirmek gereklidir (Kolodner, 2002; Leonard, 2004). Burada önemli bir nokta da problemin çözüm planlarının sınanabilir özellikte olmasıdır (NAE ve NRC, 2009).

Öğretmen; öğrencilerin çözebilmesi için bir problem durumu verdiğinde, öğrencilerin probleme ait kriterlerin ve sınırlılıkların neler olduğunu belirleyebilmesi ayrıca verilen problemi analiz ederek kendi ifadeleriyle problemin çerçevesini hazırlayabilmesi için öğrencilere süre tanınmalıdır (Hynes, ve ark., 2011). Yeteri kadar iyi tanımlanmamış problemlerin çözümünün zor, yeteri kadar iyi tanımlanmış problemlerin çözümünün ise kolay olduğu bilindiğinden mühendislik tasarım süreci için kriter ve sınırlılıklar saptanarak problem durumunun tam anlamıyla anlaşılması önemlidir (Brunsell, 2012; Fortus ve ark., 2004; Mentzer, 2011). Kriter, ortaya koyulan ürün veya sistemin elverişliliği için bulunması gereken niteliklerdir. Diğer bir tanıma göre kriterler, yapılacak tasarımda bulunması gereken özelliklerdir. Sınırlılıklar ise, yapılan ürün ya da geliştirilen sistemin uygun olarak tasarlanmasının önünde bulunan engeller şeklinde ifade edilebilir (Brunsell, 2012; Fortus, ve ark., 2004; Hynes, ve ark., 2011; Mentzer, 2011; NAE ve NRC, 2009). Mühendislik tasarım sürecine ait bu aşamada problem durumunun kriter ve sınırlılıklarının belirlenebilmesi için problem durumu derinlemesine incelenmelidir (Şen, 2018).

2.2.1.2 Probleme yönelik ihtiyaçların belirlenmesi

Bu aşama, kişilerin problem durumu için çözüm yolu geliştirirken, izleyecekleri adımlarda nelere ihtiyaçlarının olduğunu belirledikleri aşamadır (Kurtoğlu, 2022). Kişiler bu aşamada araştırma- sorgulama becerilerini iyi kullanarak veriler toplamalı ve mühendislik tasarım süreçlerinin diğer aşamalarında aktif kullanılmalıdır (Kurtoğlu, 2022). Mühendislik tasarım sürecinin tüm aşamalarında buradaki bilgilere gereksinim

duyulur ve diğer aşamalardan bu aşamaya geri dönülebilmesi için araştırma-sorgulama ve diğer aşamaların ortakça kullanılması önemlidir (Karslı Baydere ve Kurtoğlu, 2019). Bu aşamada kişiler araştırma-sorgulama yapmanın çözüm yolu için temel olduğunun farkına varmalıdır (Hynes ve ark., 2011).

Mühendislik tasarım sürecindeki aşamalardan en önemlisi arka plan araştırmasıdır. Çünkü bu araştırma ile önceden yapılmış çalışmaların zor ve kolay yönleri, yanlış ve doğru tarafları belirlenebilir, zamanı geldiğinde yinelenebilir ve bu çalışmalardan bir takım çıkarımlarda bulunabilir (Ceylan ve Özdilek, 2015). Öğrenciler çoğunlukla ilk buldukları çözüme odaklandıklarından öğrencilerdeki yaratıcılığı ilerletmek amacıyla onları inceleme yapmaya ve sorgulayıcı düşünmeye teşvik etmek önemlidir (Gök, 2022).

Mühendislik tasarım sürecinde yer alan araştırma aşamasında, problem durumu için incelenen çözüm yöntemlerinden birçok ölçütü birlikte karşılayan, sürece uygun ve pratik olan veriler toplanmalıdır ve bu verilerden tasarıma faydalı olacak metodun olası çözümlerinin etkili taraflarını düzenleyerek bir arada toplayacak yöntem olmasına önem verilmelidir (Bybee, 2010).

2.2.1.3 Olası çözümlerin geliştirilmesi:

Kişilerden probleme yönelik birçok çözüm önerilerinde bulunmaları (Hynes ve ark., 2011) ve bu önerileri yazarak ifade etmeleri veya resmetmeleri istenir. Bu durumda kişilerin hayal dünyası ve yaratıcılığı ortaya çıkar. Ayrıca, bu adımda grup çalışması yapılabileceğinden kişilerin dayanışma ve iletişim becerileri artar (Kurtoğlu, 2022).

2.2.1.4 En iyi çözümün seçilmesi:

Olası çözüm yöntemlerinin belirlendiği aşamadan sonra gelen bu aşamada etkili çözümün seçilerek karara varılması gerekmektedir (Ercan ve Bozkurt, 2013). Bu aşamada çözüm önerileri ölçüt ve sınırlılıklar açısından değerlendirildiğinde ve yapılan değerlendirmeler sonucunda en elverişli çözümün seçildiği aşamadır (NRC, 2012). Farklı çözüm yollarından daha faydalı olan çözümlerin dikkate alınması ve gereksinimleri karşılayan çözüm yollarının seçilmesi ile süreci sürdürmek gerekir (Tuhtakaya, 2019). Çözüm yolunun seçilmesinde bazı ölçütler çoğunlukla her tasarımı kapsamaktadır (Hynes ve ark., 2011). Öğrencilerden mühendislik becerisini

bulunduranlar uygulayacağı çözümü seçerken; maliyet, zaman, estetik, güvenlik, kaynaklar, sağlamlık ve beceri evrensel tasarım ölçütlerini göz önünde bulundurmalıdırlar (Engineering is Elementary [EIE], 2017). Eğer en uygun çözüm yolu seçilemezse kriter ve sınırlılıkların bazılarında vazgeçilerek en iyi çözüme karar verilir (Brunsell, 2012; NRC, 2012). En uygun çözüme karar verdikten sonra artık prototipin yapılmasına geçilir. Ayrıca bireyler bu aşamada ürün oluşturmak için gerekli olan malzemeleri sıralayarak ve bu malzemelerin sınırlılıklarını ve maliyetini ortaya koyarlar (Pekbay, 2017).

2.2.1.5 Prototipin yapılması:

Bu aşamada, mühendisler ve mühendislik kabiliyeti bulunan öğrenciler, ölçütlere ve sınırlılıklara dikkat ederek tasarı oluşturarak prototip üretirler (Tuhtakaya, 2022). Burada seçilmiş olan en iyi çözüm somut hale getirilerek tasarımlar görselleştirilir (Çepni, 2018). Prototipin yapılması, tasarlanan modelin test edilmesine olanak sağlar (Gök, 2019). Bu aşamada prototiplerin ne kadar başarılı olduğunu belirlemek için ortaya konulan ürünler denenmeli ve ölçütler ile sınırlılıklar göz önünde bulundurularak, prototipler üzerinde düzenlemeler yapılmalı ve her düzenleme sonrası prototipin denenmesi sağlanmalıdır (EIE, 2017). Tuhtakaya'ya (2019) göre mühendislik tasarım ürününü meydana getirirken maliyeti az ve yapımında problemin bütün çözüm ölçütlerini sağlayan yöntemlerle yapılır. Ayrıca tasarımlarda eklenilmesi ve çıkarılması istenen nitelikler ile ürün geliştirilebilir ve böylece mühendislik tasarım uygulamaları döngü halinde yinelenir (Roehrig ve ark., 2012). Burada kişiler ilk prototipi yaptıklarında amaçlarına uygun olmayabilir. Bu durumda amaçlarına ulaşana denk deneme yapmalıdırlar (Koehler ve ark., 2005). Tasarım her durumda başarılı ve amaca uygun olmayabilir (Tuhtakaya, 2019). Bu başarısızlık durumu; kişilerin nerede hata yaptıklarını fark ettirir, hatalardan sonuç çıkarmalarını, yanlışlarını düzeltmek için mühendislik tasarım sürecinin diğer aşamalarına geri dönmeleri sağlanır ve böylece kişilerin süreç içinde öğrenmelerini destekler (Hynes ve ark., 2011).

2.2.1.6 Çözümün test edilmesi ve değerlendirilmesi:

Tasarım yapıldıktan sonra tasarımın test edildiği aşamadır. Prototip yapıldıktan sonra “problemi çözmek için yeterli oldu mu?”, “Elverişli oldu mu?” gibi bir takım sorulara yanıt bulunarak sorunlu olan kısımların belirlenip, sorunların giderilmesi

sağlanır (Uzel, 2019). Prototipin ölçüt ve sınırlılıkları ne derece karşıladığına bakılarak prototip değerlendirilir (Hynes ve ark., 2011). Kişiler bu aşamayı değerlendirirken mühendislik tasarım sürecinin ikinci basamağına yani araştırma-sorgulama basamağına dönüp eksiklikleri görebilirler (Gentili ve ark., 1999). Prototipin test edildiği süreç süresince öğrenciler verileri gözlemleyerek kayıt altına almalı ve sonuçları değerlendirerek tartışmalıdırlar (NASA, 2015).

2.2.1.7 Çözümün sunulması:

Mühendislik disiplininin temelinde düşüncelerin paylaşılması fikri vardır (Hynes ve ark., 2011). Paylaşımdan sonra yapılan eleştiri ve geri bildirimler tasarımı daha iyi noktaya getirmede önemlidir (Hynes ve ark., 2011; NRC, 2012). Önemli bir nokta ise yapılan tasarımlar için yanlışsız ve eksiksiz veri sunmaktır (Hynes ve ark., 2011). Mühendislik tasarım sürecinde bireyler her aşamada devamlı birbirleriyle iletişim halindedir (Karlı Baydere ve Kurtoğlu, 2019; Mentzer, 2011). Bu aşamada kişilerin yaptığı sunum ve pazarlama iletişim becerilerinin gelişmesine fırsat olmaktadır (Karlı Baydere ve Kurtoğlu, 2019). Ayrıca bu aşamada, öğrencilerin anlatım becerilerini geliştirmeleri, kendilerine güvenmeleri, bilim insanlarının ve mühendislerin bir problem durumunun çözülmesinde takip ettikleri adımları anlamaları açısından önemlidir (NRC, 2012).

2.2.1.8 Yeniden tasarlama:

Demircioğlu'na (2022) göre bu aşamada, hazırlanmış olan tasarımın gereksinimleri ne derece karşıladığı bir önceki aşamada değerlendirildikten sonra prototip yeniden amaç doğrultusunda tasarlanır. Bu aşamada herhangi bir düzeltme yapılması, mühendislik tasarım sürecindeki tüm aşamaların birbirlerini etkilediği anlamına gelir (Hynes ve ark., 2011). Bu aşamada oluşturulan tasarımın başarı veya başarısızlık durumlarının sebebi sorgulanır (Hynes ve ark., 2011). Kişiler, tekrardan tasarım yapması için isteklendirilir (Koehler ve ark., 2005).

2.2.1.9 Tasarımın tamamlanması:

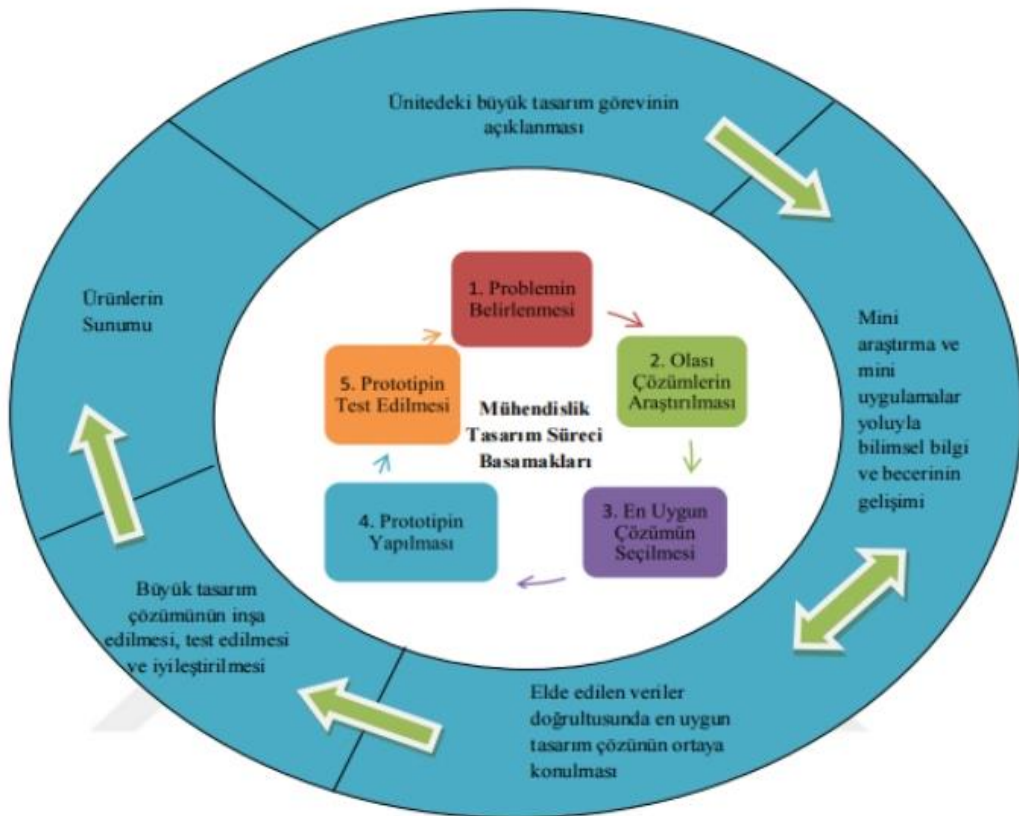
Bu aşamada kişiler mühendislik tasarım sürecinin tüm aşamalarını takip ederek yaptıkları tasarımın problem durumu için gerekli ölçüt ve sınırlılıkları sağladığı bir ürün olduğuna dair mutlak bir karara varılır (Gentili ve ark., 1999). Bu aşamadan sonra

kişiler günlük hayat problemlerinde mühendislik tasarım becerisinin aşamalarından kazandıkları deneyimleri kullanabilir duruma gelirler (Kurtoğlu, 2022). Mühendislik tasarım süreci son bulduğunda artık öğrenciler; problemin çözümü için aşamaların her birini bireysel gayrette bulunarak öğrenirler, bilimsel süreç becerilerinden yararlanarak yenilikçi çözüm planı geliştirirler, karşlarına çıkan değişik olay ve sorunlara karşı uyum sağlamaları kolaylaşır, gerçek yaşam problemlerine karşı karmaşık görüşler geliştirebilirler ve mevcut bilgilerle yeni durumlara yönelik daha orijinal çözüm geliştirebilirler (Tuhtakaya, 2019).

2.2.2 Wendell ve arkadaşlarına göre mühendislik tasarım süreci

Hynes ve ark.'nın (2011) ileri sürdüğü aşamalar lise düzeyinde eğitim alan öğrenciler için dokuz basamakta ayrıntılı olarak ele alınmışken; ilkökul düzeyinde eğitim alan öğrenciler için fazla ayrıntılı görüldüğünden Wendell ve ark. (2010) bu aşamaları beşe düşürerek daha sade biçime getirmiştir.

Aşağıdaki Şekil 2.2' de verilen döngü ilk ve ortaokul düzeyi için uygun olup Türkçe'ye Ercan (2013) tarafından çevrilmiştir.



Şekil 2.2 Mühendislik tasarım süreci basamakları (Wendell ve ark., 2010; Ercan, 2013; Bozkurt, 2014)

Şekil 2.2’de gösterilen modelin orta kısmında bulunan aşamalar “Bir Mühendisin Tasarımı Nasıl Yaptığı” hakkında bilgi vermektedir (Wendell ve ark., 2010). Bu aşamalar problem durumu ile başlar sonrasında çözümler için araştırmalar yapılır ve belirlenen çözümler içerisinde en uygun çözüm seçilerek prototip yapılır ve test edilir, eğer çalışmazsa düzenlenerek tekrardan yapılır. Burada sözü edilen sürecin ilkökul düzeyinde sadeleştirilmiş olduğunu unutmamalı çünkü mühendisler için bu aşamalar bu kadar basit olmayabilir (Bozkurt, 2014). Mühendislik tasarım aşamalarının çevresindeki çemberde ise bir ünitenin tamamında bu döngünün “Ders İçerisine Nasıl Aktarılacağı” ifade edilmektedir. Üniteye büyük tasarım görevinin açıklanmasıyla başlayan aşama mühendislik tasarım sürecinde problemi belirleme basamağına karşılık gelmektedir (Bozkurt, 2014). Büyük bir tasarım yapmadan önce mini araştırmalar ya da mini tasarımlar yaparak yeteri kadar bilgi ve beceri kazanmaları, büyük tasarım için öneriler bularak en uygununu seçtikleri bu aşama, mühendislik tasarım sürecinde bulunan çözümlerin araştırılması ve olası çözümlerin belirlenmesi basamağına karşılık gelmektedir (Bozkurt, 2014). Öğrenciler sonraki aşamada buldukları çözümün prototipini yapacaktır, bu aşama ise mühendislik tasarım sürecindeki prototipin yapılması aşamasına karşılık gelmektedir (Bozkurt, 2014). Son olarak da öğrenciler yaptıkları tasarımı test edecek, gerekli düzenlemeler yaparak iyileştirecek ve ürünlerini sunacaktır, bu aşamada mühendislik tasarım sürecinin de son aşaması olan prototipin test edilmesi aşamasına karşılık gelmektedir (Bozkurt, 2014). Bu modele göre mühendislik tasarım sürecini oluşturan adımlar ile ilgili bilgiler aşağıda detaylandırılmıştır.

2.2.2.1 Problemin tanımlanması:

Mazlum’a (2020) göre, Mühendislik tasarım temelli fen eğitiminin birinci adımı problem durumunun belirlenmesidir. Öğretmenlerin öğrencilere sunduğu konu alanıyla ilgili problemler günlük hayattaki ihtiyaçları olabildiğince içermesi önem arz etmektedir. (Mazlum, 2020). Bu etapta öğrenciler kendilerini mühendis olarak düşünüp yapacakları tasarım çerçevesinde belirtilen problem durumunu en doğru biçimde anlayabilmek amacıyla ortaya koyacakları ilk örneğe yönelik, ölçütleri ve başarı kriterini tanımlamaya yönelirler (Bozkurt 2014; NRC 2012). Bir tasarımda aranan özelliklerde aranan başarı ölçütleri; mali durumu, kullanılabilirliği, estetikliği gibi özellikler ortaya konulacak üründe aranır (Mazlum, 2020). Bu özellikler hem öğrenciler hem de gelecekte ortaya çıkacak

ürünün pazarlanmasında toplum içinde kavranabilirliği fazla olmalıdır (NRC, 2012; Wendell ve ark., 2010).

2.2.2.2 Olası çözümlerin araştırılması:

Öğrenciler mühendislik tasarım sürecinde olası problem durumunu muhakeme ederken hızlı davranmamalı, problemin bütün anlamıyla çözüme kavuşması için öğretmenin beklentilerini karşılamak amacıyla probleme her ayrıntısıyla bakmalıdır (Bozkurt, 2014; Tayal 2013; Wendell ve ark., 2010). Öğrencilerin düşündükleri fikirleri not alması mühendislik tasarım sürecinin işleyişinde önemlidir (Bozkurt, 2014). Yani öğrenciler ürettikleri ilk çözümü hemen uygulamamalı ürettikleri fikirleri zihinsel bir filtreden geçirmelidirler (Bozkurt, 2014; Brunsell, 2012). Bu aşamada en iyi çözüm teklifini ilk ve ortaokullarda öğretmen belirlerken, lise ve üst düzey sınıflarda en iyi çözümü öğrencilerin seçerek belirlemesi beklenir (Bozkurt, 2014). Öğrencilerin grupça çalışma sağlamaları, kişilerin beyin fırtınasını uygulayarak fazla sayıda değişik ve farklı düşünceler ortaya çıkarmaları mühendislik tasarım süreci basamaklarının uygulandığı fen eğitiminde son derecede önemlidir (Brunsell, 2012; Hynes ve ark., 2011). Fen öğretimi sürecinde öğrencilerin işbirliği içinde çalışması son derece önemlidir (Brunsell, 2012; Hynes ve ark., 2011).

2.2.2.3 En uygun çözümün seçilmesi:

Bireyin tasarıma en elverişli olan çözümü saptayarak karar vermesi sürecidir (Ercan ve Bozkurt, 2013). Mühendislik tasarımında bir problem durumuna ait istenilen ölçüt ve sınırlılıkları sağlayan birden fazla çözüm yolu bulunmasına rağmen bunlardan çözüm için en elverişli ve en iyi olanı belirleyerek en iyisini tasarlamaktır (NRC, 2012). Bu adımda kişiler, önceden saptadıkları tüm ölçütleri fazlaca içeren çözümü seçmelidirler (Bozkurt, 2014). Bir problemin çözümünde karar matrisleri en iyi çözümü seçmek amacıyla kullanılır (Bozkurt, 2014). Karar matrisleri problemin çözümü için önceden belirlenmiş olan sınırlılık ve kriterlerin istenilen seviyede olup olmadığının incelenmesine katkı sağlayan çizelgelerdir (Brunsell, 2012; Mentzer, 2011; NRC, 2012). Aşağıdaki Çizelge 2.2'de bir problemin çözümü için kriterler göz önüne alınarak ve örnek teşkil edecek şekilde hazırlanmış karar matrisi verilmiştir.

Çizelge 2.2 Karar matrisi örneği

	Çözüm 1	Çözüm 2	Çözüm 3	Çözüm 4
Kriter 1	+	-	-	+
Kriter 2	+	+	+	+
Kriter 3	-	+	-	+

2.2.2.4 Prototipin yapılması:

Bu aşamada öğrenciler tasarımlarını özgün kılmak, tasarımlarını geliştirebilmek için öğretmen rehberliğinde tasarımlarını oluştururlar (Mazlum, 2018). Bu aşamada kişilerden istenen teoride öğrendikleri bilgileri uygulamaya geçirebilmeleri ve prototipin hedeflenen son durumunun yapılmasından çok, bireylerin bu döngüdeki yanlışlarını fark etmeleridir (Bozkurt, 2014; Wendell ve ark., 2010). Çözümün test edilmesinde amaç, problemin çözümü için yapılan ilk prototipin kullanılabilirliğini görmek, eksiklikler varsa giderilmesini sağlamak ve hataları düzeltmek için güncellemeler yapmaktır. (Mazlum, 2018). Çünkü bu basamakta yapılan ürün henüz tamamen sonlanmamıştır (NRC 2012; Wendell ve ark., 2010). Yapılan güncellemeler alt kademe olan ilk ve ortaokullarda öğretmen eşliğinde gerçekleşirken; lise ve üst kademelerde öğrenciyi başrole alarak gerçekleşmesi sağlanır (Bozkurt, 2014).

2.2.2.5 Prototipin test edilmesi:

Bu adımda öğrencilerin, yaptığı çalışmalar neticesinde elde ettikleri verileri, yorumlamak ve düzeltmek istedikleri kısımları arkadaşlarıyla paylaşmaları ve geri bildirimlerin verilmesi hazırlanan çözümlerin değeri için fazlaca önemlidir (Brunsell, 2012; NRC, 2012). Mühendislik tasarım süreci boyunca tüm öğrenciler grup içindeki veya grup dışındaki arkadaşlarıyla düşüncelerini paylaşmalıdırlar (Brunsell, 2012; NRC, 2012). Alınak Bozkurt'a (2018) göre, bu basamak yapılan tasarımın pazarlanmasında önemlidir. Öğrencilerden girişimcilik becerilerinin ilerlemesinde internet, gazete, televizyon reklamı, poster ve afiş gibi tanıtım araçlarını kullanmaları ve yaptıkları ürünü pazarlayabilmeleri beklenir (MEB, 2018).

2.3 Mühendislik Tasarımına Dayalı Fen Öğretimi

Alan yazına bakıldığında fen eğitimiyle ilgili yapılan çalışmalarda mühendislik tasarım temelli yaklaşımların fen öğretiminde yararlanması gerektiği belirtilmiştir (Alınak Bozkurt, 2018; Ercan, 2014; Kelley, 2009). Fen eğitimi yapılırken mühendislik

tasarım süreçlerinin kullanılması, fen dersinde öğrenilenlerin kalıcılığını artırırken, bu yönde yapılan etkinlikler sayesinde öğrencilerin, akademik başarılarını ve bilimsel süreç becerilerinin ilerlediği düşünülmektedir (Bozkurt 2014, Gencer 2015, Yıldırım ve Selvi 2017).

Mühendislik tasarım sürecinde öğrenciler;

- Yaparak yaşayarak öğrenmektedirler.
- Bilimsel bir problemin çözümü için farklı yollar bulmaya teşvik edilirler.
- Bilişsel ve duyuşsal alandaki becerilerini geliştirirler.
- Bilimsel bir problemin çözülmesi için gerekli ortam sağlarlar.
- Farklı gruplara uyum gösterme becerisi kazanırlar.
- İletişim becerilerini geliştirirler.
- Eski bilgi ile yeni bilgiyi bütünleştirerek yapılandırırılar.

Bu süreçte öğretmen geleneksel öğretmen modeli değil rehber olan, yaratıcı düşünceleri için ortam sağlayan, üst düzey düşünme ortamları sunan öğretmen kimliğindedir (Ertepinar, 2018).

Fen bilimleri dersinin öğretiminde mühendislik tasarım aktivitelerinin öğrencilerin fen dersinin yapısını anlamlandırmalarına, fen dersine karşı olumlu tutum geliştirmelerine ve fen dersini günlük hayattaki bağlantı kurmaları açısından önemli bir konuma sahiptir (Leonard, 2004).

NRC (2012) anaokulundan liseye kadar öğrencilerin mühendislik ve fen eğitimi için öğretim programında uygulanması amacıyla temelde 8 uygulama basamağı belirlemişlerdir:

1. Fen disiplini için soru sormak ve mühendislik disiplini için problemi belirlemek
2. Tasarım yapmak ve kullanmak
3. Araştırmayı planlamak ve ilerletmek
4. Bilgiyi parçalara ayırarak yorumlamak
5. Sayısal ve matematiksel düşünmeyi sağlamak
6. Tasarım çözümleri için açıklamalar sunmak
7. Kanıttan tez çıkarmak

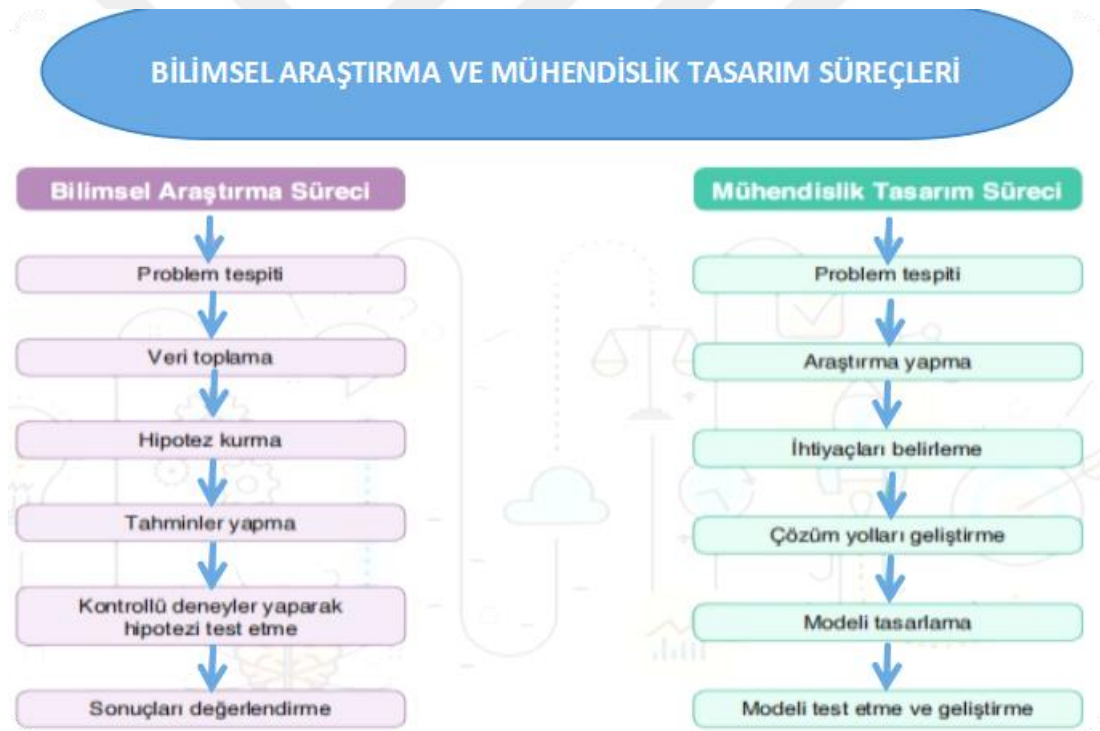
8. Bilgiye ulaşmak, bilgiyi yorumlamak ve iletişim kurarak paylaşmak (NRC, 2012).

Araştırmalar öğretmenlerin mühendislik tasarım merkezli öğretimde bir takım zorluklarla karşılaştığını bizlere göstermektedir. (Tuhtakaya, 2019). Öğretmenlerin; matematik, teknoloji, bilim ve mühendislik disiplinleri arasındaki bağlantıyı öğrencilerin kavrayacakları şekilde nasıl aktarabileceklerini düzenlemede zorluk yaşadıkları görülmektedir (Topalsan, 2018). Ayrıca öğretmenler, gündelik yaşamda rastlanan problemlerin çözümlerinin; matematik, teknoloji, bilim ve mühendislik disiplinlerinin içerisinde bulunan mühendislik tasarım süreçleri ile bulunabileceğini öğrencilere anlatmakta zorlandıkları belirtilmektedir (Marulcu ve Sungur, 2012). Öğrencilere mühendislik tasarım bazlı eğitimi kalıcı bir şekilde öğretmek için karşılaşılan bu iki problemin çözüme kavuşması gerekir (Tuhtakaya, 2019). Öğretmenlerin yaşanan bu zorlukları kalıcı şekilde çözebilmeleri için modern, ve günümüze uyum sağlayabilecek öğretim modellerine gereksinim vardır (NAE ve NRC, 2009).

2.4 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında Mühendislik Tasarım Uygulamaları

MEB tarafından 2005 yılında yayımlanan Fen ve Teknoloji Dersi Öğretim Programı'nda mühendislik kelimesi yer almamıştır. 2013 yılında yayımlanan Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda ise yine mühendislik kelimesinin yer almadığı görülmüştür. 2005 ve 2013 yıllarında yayımlanan bu iki programda da fen bilimleri dersinin vizyonu “fen okuryazarı bireyler yetiştirmek” olarak açıklanmıştır. MEB'nin 2013 yılında yayımladığı öğretim programının amacı, araştırma yapma ve sorgulama yeteneğine sahip, sürdürülebilir kalkınma bilincinde olan, özgüvenli olan, problem çözebilen, anlamlı karar verebilen, işbirlikli çalışmaya açık, iletişim becerisi gelişmiş yaşam boyu öğrenen şeklinde ifade edilebilir (MEB, 2013). Buradan mühendislik alanına doğrudan değil dolaylı olarak yer verildiği sonucuna ulaşılabilir (Ercan, 2014). Mühendislik ve tasarım becerilerinin 2017 yılında yayımlanan fen bilimleri dersi öğretim programında yer aldığı görülmektedir. Mühendisliğin tanımı, bireylerin arzuları ve ihtiyaçlarını karşılayabilecek nesnelere, süreci ve yöntemi tasarlamak için düzenli ve değişime açık uygulamaları barındırır şeklinde yapılmıştır (MEB, 2017). Fen bilimleri dersi içerisine mühendisliğin dahil edilmesi mühendislik tasarım temelli fen öğretiminde ciddi boyut da ilerleme sağlayacaktır (Çepni, 2017). Bu programda

mühendislik tasarımı etkinlikleri 4. sınıf kademesinden başlayıp 8. sınıf kademesine kadar son ünite olan Uygulamalı Bilim ünitesinde “Fen ve Mühendislik Uygulamaları” konu alanı içerisinde bulunmaktadır. 2017 öğretim programında değişikliğe gidilerek 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı yayımlanmıştır. Bu programda mühendislik tasarım temelli fen eğitiminin bütün ünitelere “Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları” olarak dahil edildiği belirlenmiştir. Böylece öğrencilerden, fen bilimleri dersine mühendislik ve girişimcilik becerilerini aktararak tüm üniteler için uygulama yapmaları ve ortaya çıkardıkları ürünü yıl sonunda bilim şenlikleri düzenlenerek sunmaları istenmiştir. 2018 programda yer alan “Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları” dahilinde öğrencilerden ilk olarak ünitelerde yer alan konularla ilgili günlük yaşam problemlerini veya bir ihtiyacı tanımlamaları ve yenilikçi çözümler üretmeleri istenmektedir (MEB, 2018).



Şekil 2.3 Bilimsel araştırma ve mühendislik tasarım süreçleri (Aydın yayınları 7. sınıf fen bilimleri ders kitabı, 2018, s. xii)

Yukarıda sunulan Şekil 2.3’ de 2018 - 2019 öğretim yılı döneminden itibaren 5 (beş) yıl süreyle okutulmak için MEB tarafından yayımlanan Aydın yayınları 7. sınıf fen bilimleri ders kitabından bir kesit verilmiştir. MEB’nın (2013) yayımladığı fen bilimleri öğretim programında bilimsel süreç becerilerine yer verilirken 2018’de

yayımladığı fen bilimleri öğretim programında ise bu beceriye ek olarak mühendislik ve tasarım becerilerine yer verdiği görülmüştür.

Fen Bilimleri dersi öğretim programına bakıldığında mühendislik tasarım uygulamaları kapsamında öncelikle öğrencilerin o üniteye içerisinde bulunan konulara ait günlük yaşamdan bir problem durumu seçmeleri beklenir (MEB, 2018). Öğretim programına baktığımızda öğrencilerin seçeceği problemlerin günlük yaşamda karşılıklarına çıkan nesne, araç-gereçleri içerecek düzeyde olmasının önemi vurgulanmaktadır. Ayrıca öğrencilerin problem seçerken zaman, maliyet ve kolay ulaşılabilir materyal durumlarını da seçim sürecine dahil edilmesinin önemi açıkça belirtilmiştir. Problemin çözümünde öğrencilerin en iyi çözümü seçmeleri ve bu seçim hedeflenen kazanıma ve günlük yaşama uygun olması gerektiği ifade edilmiştir.

Öğrencilerden, ürünü tasarlarlarken deneme-yanılmayı kullanmaları ve gerekli olan verileri kayıt altına almaları sonrasında bu verileri grafiğe aktarıp grafiği okuma ve yorumlama çalışmaları ile fen okuryazarlığı içerisinde bulunan bir takım beceri alanlarında ilerlenmesi açısından çalışmalar yapılabilir (MEB, 2018). Öğrencilerin tasarladıkları ürünü çeşitli yollarla (okul dergisi, internet) ile tanıtılarak pazarlama yapması öğrencilerin girişimcilik becerilerini geliştirir (MEB, 2018). Tasarımlarını tanıtırken ürettikleri ürünlerin iyi ve güçlü taraflarını vurgulayarak ürünlerinin seçilebilirliğinin artırılması yönünde öğrencilerin gerekli uğraşlarda bulunması gerektiği anlaşılmaktadır (MEB, 2018). Öğrenciler; teknoloji, matematik ve mühendisliği fen bilimlerine aktararak günlük hayatta karşılaşılabilecekleri problemlere disiplinler arası bakış açısıyla bakabilecek, ulaştıkları bilgi ve beceriler ile tasarımlar yapabileceklerdir (MEB, 2018).

Aşağıda, Şekil 2.4.'de 5. sınıflarda okutulması için MEB tarafından 2018 yılında yayımlanan fen bilimleri ders kitabından bir kesit verilmiştir. Bu kesit de mühendislik tasarım süreci basamakları yer almaktadır. Görüldüğü üzere mühendislik tasarım süreci basamakları 5. sınıflar için sade halde 5 aşamalı olarak sunulmuştur. Bu basamaklar problemin belirlenmesiyle başlar, olası çözümlerin araştırılıp en uygun çözümün seçilmesiyle devam eder, prototip yapılır ve prototip test edilerek sonlanır.



Şekil 2.4 Ortaokul 5. sınıf mühendislik tasarım süreci basamakları (Dikey yayıncılık 5. sınıf fen bilimleri ders kitabı, 2018, s. 12)

Şekil 2.5’de 6. sınıflarda okutulması için MEB tarafından yayımlanan fen bilimleri ders kitabının içerisinde bulunan mühendislik tasarım süreci basamakları verilmiştir. Bu basamaklar problemi belirleme ile başlar sırasıyla hayal et, planla , tasarla ve son olarak da test et geliştir aşamasıyla biter. Mühendislik tasarım süreci basamaklarının 5. ve 6. sınıflarda 5 aşamadan oluştuğu görülmektedir. Fakat 6. sınıf fen ders kitabında mühendislik tasarım sürecine ait basamakların ayrıntılı açıklamaları yer almaktadır.

Mühendislik Tasarım Süreci

Mühendisler Nasıl Çalışır?
Hava kirliliği ve iklim değişikliğini önleme, su tüketimini azaltma, enerjiyi ve doğal kaynakları verimli kullanma, depreme dayanaklı yapılar yapma gibi insan gereksinimleri mühendislerin çalışma alanlarıdır. Mühendisler çalışmalarında doğayı, matematiği ve bilimi bir araya getirirler. Bunu yaparken mühendislik tasarım döngüsünü kullanırlar. Mühendislik tasarım döngüsünü kullanırken daha hızlı, daha iyi, daha ucuz yollar bulmaya dikkat ederler.
Mühendislik tasarım döngüsü basamakları aşağıdaki gibidir.

Tasarım Süreci
1. Problemi Belirle
Bir problemin belirlenmesinde temelde insan ihtiyaçları vardır. Günümüzün gereksinimleri doğrultusunda bir buluş yapılması veya tasarlanan bir makinenin geliştirilerek daha yararlı hâle getirilmesi olabilir.
Belirlediğiniz probleminizi birkaç cümle ile ifade edebilirsiniz.

2. Hayal Et
Mühendisler problem çözerken deneyimlerini, sağduyularını ve yaratıcı sorun çözme becerilerini kullanırlar. Problem ile ilgili çözüm yollarını düşünerek hayal ederler. Siz de bunları düşünürken mevcut şartlar, ekonomik imkânlar, gerçekleştirilebilirlik, güvenlik gibi unsurları dikkate alarak uygun olan çözüm yolunu seçebilirsiniz.

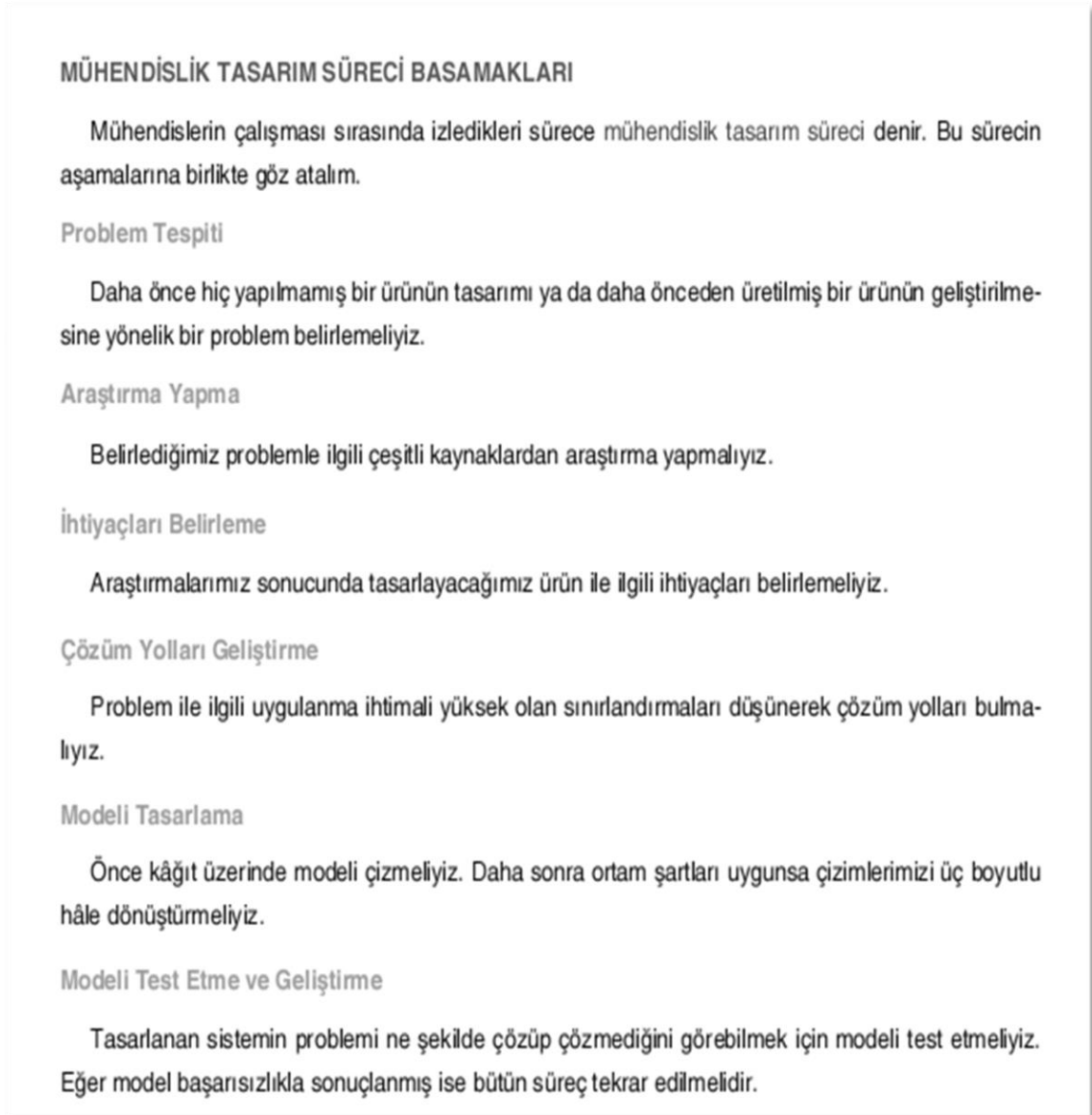
3. Planla
Mühendisler planlama yaparken bilimsel gerçeklerden yararlanırlar. Siz de probleme ait seçtiğiniz çözüm yoluna uygun planlama yapmalısınız. Bunun için farklı bilgisayar programları kullanabilirsiniz.

4. Tasarla
Tasarım, yaptığınız planın gerçekleştirilmesidir. Probleme yönelik bir model oluşturarak gözlem ve inceleme yapabilirsiniz.

5. Test Et ve Geliştir
Yapılan modelin belirlenen problemi ne oranda çözdüğünü değerlendirmelisiniz. Oluşturulan ürünün, problemi çözümedeki performansı test edilir. Test sonuçlarında görülen aksaklıkların çözüme ulaştırılması için yine mühendislik tasarım döngüsünün bütününü ya da belirli basamaklarını tekrar etmelisiniz.

Şekil 2.5 Ortaokul 6. sınıf mühendislik tasarım süreci basamakları (Sevgi yayınları 6. sınıf fen bilimleri ders kitabı, 2018, s.13)

Şekil 2.6’da ise 7. sınıflarda okutulması için MEB tarafından yayımlanan fen bilimleri ders kitabının içerisinde bulunan mühendislik tasarım süreci basamakları verilmiştir. Bu basamaklar alt kademelere göre daha ayrıntılı olarak 6 aşamadan oluşmaktadır.



Şekil 2.6 Ortaokul 7. sınıf mühendislik tasarım süreci basamakları (Aydın yayınları 7. sınıf fen bilimleri ders kitabı, 2018, s. xiii)

2.5 Argüman ve Argümantasyon

Argüman ve argümantasyon kavramlarının birçok tanımı bulunmaktadır. Türk Dil Kurumu’na (2023) göre argüman kanıt veya iddia olarak tanımlanmıştır. Birbirinin karşıtı olan iki durum arasındaki farkı ortaya koymak amacıyla gerçekleştirilen konuşmalar şeklinde de argüman tanımlanabilir (Kaya ve Kılıç, 2008). Argümantasyon

kavramı ise, kişilerin ürettiği argümanları savunurken nitelikli kanıtlara dayandırarak düşüncelerini açıklayabilme, karşısındaki bireyleri ikna edebilme çabasına girme, bilimsel konularda kendilerini bilim insanı olarak görüp düşünce üretebilme, ürettikleri düşünceleri farklı yollarla aktarabilme ve tartışabilme süreci şeklinde tanımlanabilir (Aktamış ve Hiğde, 2017). Argümantasyon, öğrencilerin geçmiş öğrenmelerini irdelemelerine yardımcı olmakta, destek, kanıt ve gerekçe üretilen bilim insanlarına benzer şekilde düşünebilmelerini sağlamaktadır (Aslan, 2010). Sampson ve Clark (2008) argümanı bir ürün olarak ve ürünün oluşturulma sürecininin argümantasyon olduğu şeklinde ifade etmiştir. Sonuç olarak argümantasyon en doğru bilgiyi bulabilmek için iddiaların ortaya atıldığı, bu iddiaların kanıtlara dayandırıldığı zihinsel ve sosyal yönleri olan bir süreçtir şeklinde ifade edilebilir.

Aktamış ve Hiğde'ye (2017) göre argümantasyon ifade edilebilirliği yönünden yazılı ve sözlü olmak üzere iki farklı şekilde ortaya konulabilmektedir. Sözlü argümantasyon, iddiaların sözel bir şekilde ifade edilerek tartışılmasıdır. Yazılı argümantasyon ise iddiaların yazılı yolla ifade edilmesidir. Sözlü olarak gerçekleştirilen argümantasyonlarda öğrenciler karşıt argümanlara ivedilikle cevap vermelidir fakat yazılı gerçekleştirilen argümantasyonlarda öğrencilerin düşünebilmeleri için daha fazla zaman olur (Can, 2018).

2.6 Argümantasyon ve Fen Eğitimi

Fen bilimleri dersi öğretim programında (MEB, 2018) öğrencinin merkezde olduğu öğrenme koşulları (iş birliğine dayalı öğrenme, proje, argümantasyon vb.) ile dersin işlenmesinin gerekli olduğu görülmüştür. Ayrıca öğrenme süresince, argüman sunma, sorgulama, keşfetme, ürün tasarlama, iletişim ve yaratıcı düşünme fırsatlarının öğrencilere tanınması gerekmektedir (MEB, 2018). Fen eğitiminde argümantasyonun uygulanmasının temel sebebi, öğrencilerin öğrenme zorluklarını yenerek fen bilimleri dersine ait terimleri kolay şekilde anlaşılmasını ve öğrencilerin öğrenirken karşılarına çıkan sorunların çözülmesini sağlamaktadır (Aydın, 2013). Öğrencilerin konuları anlamlandırabilmesi ve fen okuryazarlığı kazanabilmesi için fen eğitimine argümantasyon eklenmelidir (Deveci, 2009). Erduran ve Jimenez Aleixandre (2007) fen okuryazarı birey olmak için en temel şartın argümantasyon olduğunu söylemişlerdir. Öğrencilerin düşüncelerini dile getirmekten çekinmemesi, fikirlerinin çeşitli delillerle doğrulayabilmesi ve başkalarının iddialarını zıt argümanlar ile çürütebilmesi için uygun sınıf ortamı sağlanmalıdır (MEB, 2018). Öğrencilerin merkezde olduğu bu ortamlarda

öğretmen ise rehber görevinde olmalıdır (MEB, 2018). Fen derslerinde argümantasyonu ilerletebilmek için öğrencilerin sadece kendi ürettikleri iddiaları kanıtlamayıp aynı zamanda karşılarındaki öğrencilerin iddialarını çürütmeleri sağlanmalıdır (Erduran ve ark., 2004). Argümantasyon öğrencilerin birbirleriyle iletişimini artırdığı için sosyal bir yapıyada sahiptir (Uluay, 2012). Fen eğitiminde öğrencilerden kendilerini bilim insanı olarak görüp onlar gibi argüman üretmeleri, problemlerin çözümünü kanıtlara dayalı şekilde bilimsel açıklamalara dayandırmaları, yaptıkları açıklamaları bilimsel bilgi ile özdeşleştirerek diğer kişilere anlatmaları ve savunabilmeleri önemlidir (Peker, 2017).

Erduran ve Jiménez Aleixandre'ye (2007) göre argümantasyonun fen eğitiminde kullanılmasının sağladığı avantajlar şu şekildedir:

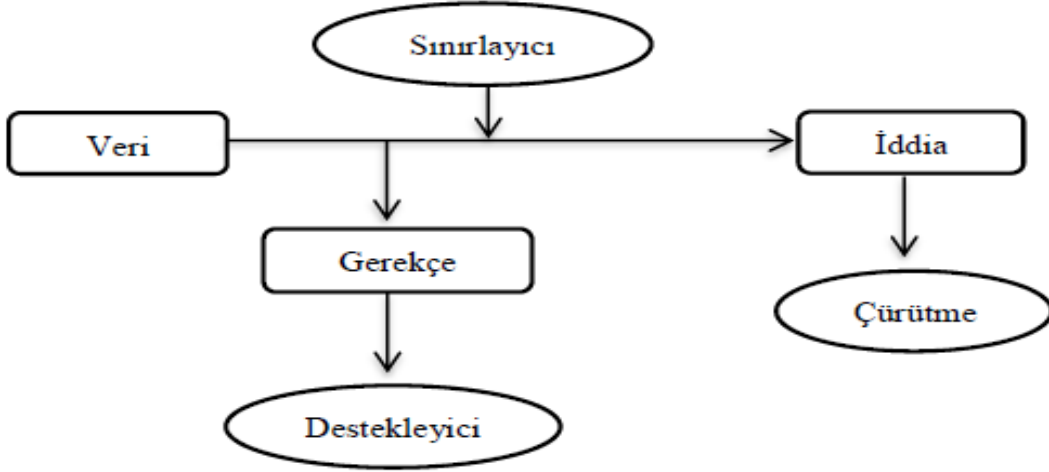
1. Öğrencilerin sözlü veya yazılı iletişim kurmasında istekli hale gelerek derslere aktif katılmalarını sağlar.
2. Fen okuryazarı olma seviyelerinin artmasına imkan tanır.
3. Bilimsel kriterler geliştirerek bilginin doğru olup olmadığını araştırmayı sağlar.
4. Öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin ilerlemesine katkı sağlar.
5. Konuyla alakalı anlamlı kanıtlar sunabilir.

Kaya ve Kılıç (2008) yaptıkları çalışmada fen eğitimindeki argümantasyonun faydalarını şu şekilde sıralamıştır.

1. Öğrencilerin tartışmaları, onların etkin rol almasını sağlar.
2. Öğrencilerin verimli açıklama yapmasında onları yüreklendirir.
3. Yapılan yanlışları ayrıntılı araştırmak ve çözüm bulmak için öğretmenlere ve öğrencilere imkan sağlar.

2.7 Toulmin Argümantasyon Modeli

Toulmin (1958), insanların farkına varmadan veya bilerek argümantasyonu kullandıklarını söylemiş ve argümantasyonu bireylerin ürettikleri fikirlerin desteklenmesi veya çürütülmesi şeklinde tanımlamıştır. Toulmin tarafından geliştirilen argümantasyon modeli, fen eğitimindeki çalışmalarda üretilen argümanları incelemede en çok kullanılan modeldir (Erduran ve ark., 2004). Toulmin modeli aşağıda bulunan Şekil 2.7'de verilmiştir.



Şekil 2.7 Toulmin argüman modeli (Toulmin, 2003)

Şekil 2.7 incelendiğinde Toulmin argüman modelinin toplamda altı ögeden oluşmuş olduğu görülmektedir. Toulmin'a göre argümanın temel ögeleri iddia, veri ve gerekçedir (Erduran ve ark., 2004). Aşağıda Tolmin argümantasyon modeline ait ögelerin tanımları yer almaktadır.

İddia (İ): Kişilerin herhangi bir konu hakkında araştırmaları sonucunda ürettikleri açıklamalardır.

Veri (V): Üretilen iddiaları desteklemek amacıyla yapılan gözlemler, hesaplamalar ve olgulardır.

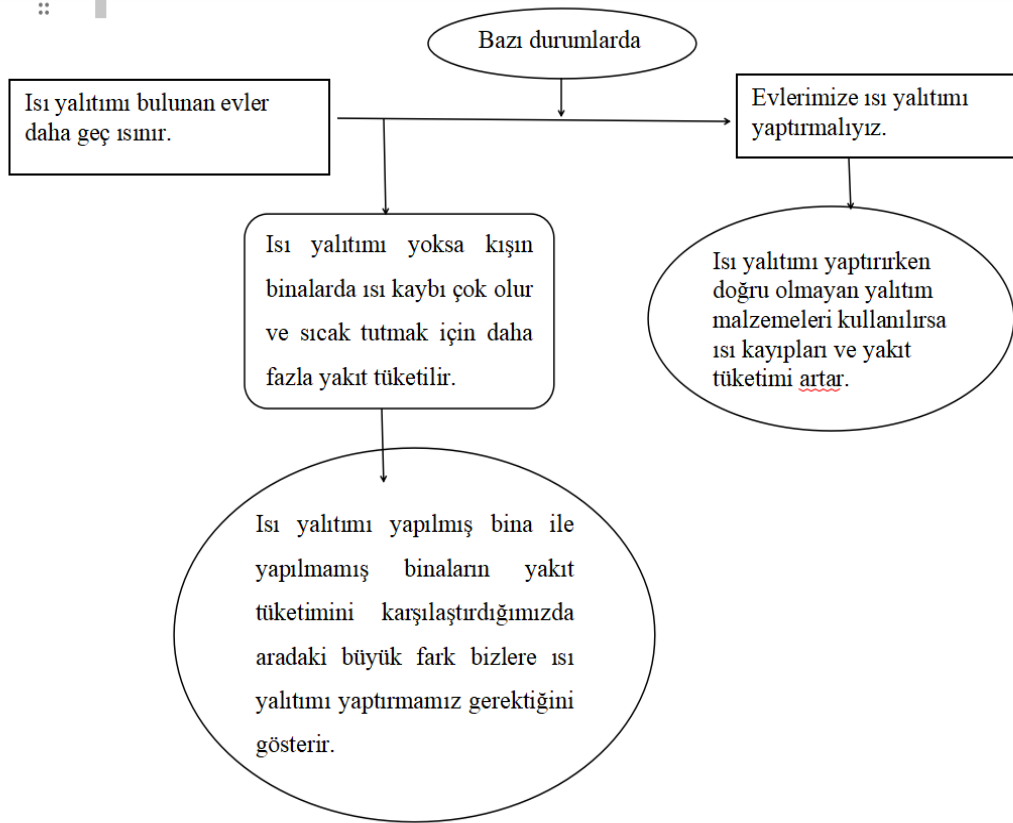
Gerekçe (G): İddia ve veri arasında köprü görevindedir ve verilerin iddiayı nasıl doğruladığını gösteren bilgilerdir.

Destek (D): Gerekçelerin kabul görmesini sağlayan ve herkes tarafından ortakça kabul görülen varsayımlardır.

Çürütme (Ç): İddianın geçersiz olduğunu göstermek için kullanılır.

Sınırlayıcı- Nitelendirici: İddianın kabul edilme çerçevesini belirler (Driver ve ark., 2000; Simon ve ark., 2006; Toulmin, 1958).

Aşağıda yer alan Şekil 2.8'de Toulmin argüman modeline uygun olacak şekilde araştırmacı tarafından hazırlanmış bir örnek verilmiştir.



Şekil 2.8 Toulmin argüman modeline bir örnek

Öne sürülen argümanlar ne kadar çok argümantasyon ögesi içeriyor ise argüman kalitesi o kadar artmaktadır (Kaya ve ark., 2014). Toulmin (1958), yalnızca bilimde değil günlük yaşamda da argümantasyonun kullanılabileceğini ifade etmiştir. Toulmin argümantasyon modeli zaman içerisinde bir takım eleştiriler almış ve farklı araştırmacılar tarafından (Lawson, 2003; Sampson ve Clark, 2008) düzenlemeler yapılmıştır. Toulmin modeline ait bazı eleştiriler şunlardır: üretilen argümanların doğruluğunun bilinmemesi yalnızca yapısal olarak incelenebilmesi (Driver ve ark., 2000), argümantasyon öğelerinin hangi ölçütlere göre değerlendirileceğinin net bir şekilde belirtilmemesi (Sampson ve Clark, 2008). Tüm eleştirilere rağmen eğitsel bakımdan birçok fayda sağladığı için birçok araştırmacı (McNeill, 2011; Sampson ve Clark, 2008) çalışmalarında sıkça Toulmin modelini kullanmıştır.

2.8 Mühendislik Tasarım Sürecinde Argümantasyon

Mühendisler en doğru tasarım çözümünü bulmak için argümantasyonu kullanırlar (NRC, 2012). Mühendislik tasarımında argümantasyonun önemi bilinmesine rağmen, K-12 mühendislik çalışmalarında argümantasyonun entegre edildiği az sayıda çalışmalar bulunmaktadır (Tuğ, 2020). Problemin çözümü için yapılacak olan tasarımın,

öğrencilerin grup içi tartışma yapmaları ile süreç daha verimli hale gelir (Keçeli, 2020). Mühendislik tasarım süreci basamağının sonunda, öğrencilerin yapmış olduğu tasarımların avantajlarının ve dezavantajlarının neler olduğunu bulmak için argüman üretilir (Ercan, 2014). Mühendisler problem durumunun çözümü için ürettikleri tasarımın yeterliliğini savunurken bilimsel argümanlar üretmelidirler (Ball ve ark., 2015). Gülseven'e (2020) göre ise mühendislik tasarım süreci çalışmalarında argümantasyonu kullanmak en kalıcı yöntemdir.

Mühendislik tasarım sürecine argümantasyonun dahil edildiği çalışmalar (Chu, 2019; Mathis ve ark., 2017) incelendiğinde birtakım sonuçlara ulaşılmaktadır. Mathis ve ark. (2017) ilkökul ve ortaokul öğrencileriyle yapmış olduğu çalışmada argümantasyonu kullanmanın mühendislik tasarım sürecinde iletişimi artırdığı ve son aşamada yapılan sunumda tasarımın savunulması için çok etkili olduğunu görmüşlerdir. Chu ve ark. (2019) ortaokul öğrencileriyle argümana dayalı mühendislik tasarım uygulamaları gerçekleştirerek mühendisliğe olan ilgilerinin arttığı sonucuna ulaşmıştır.

2.9 Fen Öğretiminde Mühendislik Tasarım Süreci ve Argümantasyon İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Fen öğretiminde mühendislik tasarım süreci ve argümantasyon ile ilgili ayrı ayrı çalışmalara rastlamak mümkündür. Fakat mühendislik tasarım sürecine argümantasyonun dahil edildiği çalışmaların (Demirel, 2021; Chu ve ark., 2018; Keçeli 2020; Mathis ve ark., 2017; Tozlu ve ark., 2019; Tuğ, 2020) sayısı çok azdır. Argümantasyonun Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik (FeTeMM, STEM)'e entegre edildiği çalışmalara sıkça rastlamak mümkündür. Bu çalışmaların bazıları aşağıda açıklanmıştır.

Gülseven (2020) yapmış olduğu çalışmada 7. sınıf öğrencileri ile argümantasyon temelli FeTeMM eğitimi gerçekleştirerek tutumlarını, argümantasyon seviyelerine olan etkisini ve akademik başarılarındaki değişimi araştırmayı amaçlamıştır. Deney ve kontrol grubu bulunan bu çalışmada nicel veri toplama araçları kullanılmıştır. Araştırma sonucunda argümantasyona dayalı FeTeMM eğitiminin derslerde kullanılmasıyla öğrencilerin fen dersine yönelik tutumlarında anlamlı bir farklılık oluşmadığı, akademik başarılarının arttığı ve argümantasyon seviyelerinde pozitif artış sağlanmış olduğu görülmüştür.

Gülen (2018) yapmış olduğu çalışmada 6. sınıf öğrencileriyle argümantasyon temelli FeTeMM eğitimi gerçekleştirerek akademik başarılarında, motor becerilerindeki

değişimde ve yansıtıcı düşüncelerinde herhangi bir etki olup olmadığını araştırmayı amaçlamıştır. Nitel ve nicel yöntemlerle verileri toplamıştır. Araştırma sonucunda argümantasyon temelli FeTeMM eğitimi uygulanınca öğrencilerin akademik başarılarının arttığı, yansıtıcı düşüncelerinde ve psikomotor becerilerinin gelişiminde anlamlı bir farklılık olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Yıldırım ve Türk (2018) ortaokul öğrencileriyle yapmış oldukları çalışmada öğrencilerin argümantasyon nitelikleri, STEM'e yönelik görüşleri ve tutumları ayrıca problem çözme becerileri araştırılmak amaçlanmıştır. Nitel ve nicel veri toplama araçları kullanılarak yürütülen bu çalışma sonucunda argümantasyon temelli STEM eğitiminin problem çözme becerilerini artırdığı, STEM'e yönelik olumlu tutum geliştirdikleri sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca öğrencilerin argüman niteliklerinin seviyesi birinci seviye olarak belirlenmiştir.

Baydar (2018) gerçekleştirmiş olduğu çalışmasında 7. sınıf öğrencileriyle argümantasyon temelli FeTeMM eğitimi uygulayarak öğrencilerin problem çözme becerisi, fen dersine yönelik tutumları ve bilimsel yaratıcılıklarına olan etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Araştırma sonucunda argümantasyon temelli FeTeMM eğitiminin öğrencilerin fen dersine yönelik tutumlarında ve problem çözme becerilerinde anlamlı bir farka rastlanmadığı fakat bilimsel yaratıcılıklarını artırdığı görülmüştür.

Gülen ve Yaman (2018) yapmış oldukları çalışmada 6. sınıf öğrencilerinin argümantasyona dayalı FeTeMM etkinliklerini ne için kullandıklarını öğrenmeyi ve öğrenci görüşlerini almayı amaçlamıştır. Verileri odak grup görüşmesi yaparak toplamış nitel çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmada öğrencilerin bu etkinlikleri iddia belirlerken, iddialarına kanıt seçerken kullandıkları ve işbirliğini artırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca öğrencilerin eğlendikleri ve daha iyi anladıkları görülmüştür.

Uçar (2019) yapmış olduğu çalışmada 7. sınıf öğrencileri ile argümantasyon temelli FeTeMM etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarısına etkisini, astronomi kavramına ilişkin tutumlarında, eleştirel düşünme becerilerinde ve FeTeMM kariyer ilgilerindeki değişimi araştırmayı amaçlamıştır. Deney ve kontrol grubu bulunan bu çalışmada nicel veri toplama araçları kullanılmıştır. Araştırmanın sonucunda, deney grubu ile kontrol grubu arasında tutumları, düşünme becerileri, kariyer ilgileri ve akademik başarıları arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür.

Baydar ve Acar (2018) yapmış oldukları çalışmada 7. sınıf öğrencileri ile argümantasyon entegreli STEM çalışmaları yaparak öğrenme çıktılarına etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Deney ve kontrol grubu bulunan bu çalışmada nicel veri toplama araçları kullanılmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin fen algıları yönünden anlamlı bir farklılık olduğu fakat fen dersine yönelik tutumları ve yansıtıcı düşünme becerileri yönünden anlamlı bir fark olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Argümantasyonu mühendislik tasarım süreci basamaklarına dahil edilerek gerçekleştirilen çalışmalar aşağıda açıklanmıştır.

Keçeli (2020) öğretmen adayları ile yapmış olduğu çalışmada argümana dayalı mühendislik çalışmalarında gruptaki tartışmaları incelemeyi amaçlamıştır. Nitel veri toplama araçlarının kullanıldığı çalışma sonucunda bazı grupların çok, bazı grupların az tartıştığı sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca genel olarak tüm grupların tasarımın sunulması aşamasındaki geribildirimleri dikkate aldıkları görülmüştür.

Mathis ve ark. (2017) fen bilimleri öğretmenleriyle yapmış olduğu çalışmada mühendislik tasarımına tartışmayı nasıl aktardıklarının araştırılması amaçlanmıştır. Araştırma sonucunda en çok tartışmanın olduğu bölümün çözümlerin sunulduğu sırada öğrencilerin kendi çözümlerine karşı grupları ikna etmeye çalıştığı esnada olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca öğrencilerin problem çözme becerisine ve eleştirel düşünme becerisine katkı sağladığı sonucu ortaya çıkmıştır.

Chu ve ark. (2018) ortaokul öğrencileriyle yapmış oldukları çalışmada argüman tabanlı mühendislik tasarımının öğrencilerin mesleğe karşı tutumları araştırılmak amaçlanmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin mühendisliğe olan ilgilerinin azaldığı ve mühendislerin topluma sağladığı yararlarla ilişkin tutumlarının olumsuz etkilendiği görülmüştür. Ayrıca mühendislik bireysel kimlik tutumları aynı kalmıştır.

Tuğ (2020) ortaokul 7. sınıf öğrencileriyle gerçekleştirdiği çalışmasında bir gruba argümantasyon eğitimi vermişken diğer gruba eğitim vermemiştir. Her iki grupta mühendislik tasarım süreci etkinlikleri uygulamış ve argümantasyon eğitimi almış grubun daha çok iş birliği içinde çalıştıklarını ayrıca aktif katılım sağladıkları sonucuna ulaşmıştır.

Demirel (2021) ortaokul 7. sınıf öğrencileriyle ışık konusunda argümantasyona dayalı mühendislik tasarım çalışması gerçekleştirmiştir. Deney ve kontrol grubunun bulunduğu bu çalışma neticesinde öğrenci başarılarının yükseliş gösterdiği ve 21. yüzyıl becerilerinin ilerlediği görülmüştür.

Tozlu ve ark. (2019) ortaokul 7. sınıf öğrencileriyle kuvvet ve enerji ünitesinde argümantasyon ve mühendislik tasarım sürecini birleştirerek çalışma gerçekleştirmişlerdir. Argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinin fen derslerinde uygulanmasının öğrenciler için faydalı olacağı sonucuna ulaşmıştır.



3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Araştırma Modeli

6. sınıf fen bilimleri dersi “Madde ve Isı” ünitesinde gerçekleştirilen argümantasyona dayalı mühendislik tasarım süreci etkinlikleri uygulanarak öğrenci görüşü alma ve deneyimlerini belirlemenin amaçlandığı bu çalışma nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Nitel araştırmalar nicel araştırmalardan farklı olarak değişkenlik sağlar ve öğrencilerin tecrübelerini yorumlama olanağı sağlar (Deveci, 2016). Nitel yöntem kullanılmasıyla öğrencilerin argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecine yönelik görüş ve deneyimleri detaylıca incelenmiştir.

Durum çalışması, açıklanan bir konuya ait açıklama yapmayı ve durumu incelemeyi hedef edinmiş bir araştırma yöntemidir (Tuğ, 2020). Bununla beraber nitel çalışmalarda, araştırmada “nasıl” ve “niçin” sorularının temel alındığı, olayları veya olguları kendi doğal ortamında açıklayan bir araştırma yöntemi olarak tanımlanmaktadır (Yin, 2009). Sonuçta incelenen durumlar gerçek hayatla ilişkili ve derinlemesine incelenmiş olur. Nitel durum çalışmalarının en temel özelliği bir veya birden fazla durumu ayrıntılı incelemektir (Yıldırım ve Şimşek, 2018).

3.2 Çalışma Grubu

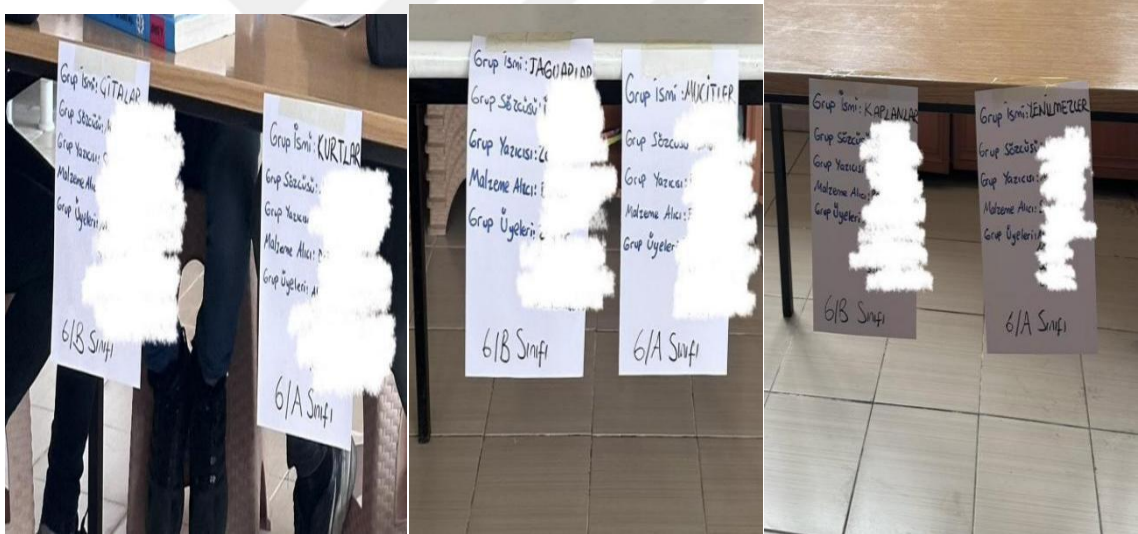
Çalışma, 2023-2024 eğitim-öğretim döneminin güz yarıyılında Muş ilinin Korkut ilçesinde bulunan bir devlet yatılı ortaokulunda okuyan 25 erkek öğrenciden oluşan 6. sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın gerçekleştirildiği okul, erkek yatılı ortaokulu olduğu için araştırmada farklı cinsiyete ulaşılamamıştır. Öğrencilerin seçiminde kolay ulaşılabilir örneklem türü kullanılmıştır. Öğrencilerin yaşları 12-13 yaş arasında değişmekte olup sosyal-ekonomik düzeyleri Türkiye ortalamasının altında kalmaktadır. Çalışmada öğrencilerin isimlerinin yer almaması için öğrencilere Ö1, Ö2, Ö3 şeklinde kodlar verilerek isimlendirme yapılmıştır.

Uygulama öncesinde velilerin çalışmadan haberdar olması ve çalışmanın gönüllülük esasına dayanması için “Veli İzin Belgesi” (EK-1) öğrencilere verilerek velilerinden onay alınmıştır. Ayrıca uygulamaya başlamadan önce Muş Alparslan Üniversite’sinden Etik Kurul İzni (EK-4) ve Muş Milli Eğitim Bakanlığı’ndan Araştırma İzni (EK-5) alınmıştır.

3.3 Grupların Oluşturulması ve Uygulama Süreci

3.3.1 Grupların oluşturulması

Argümantasyona dayalı mühendislik tasarım temelli fen etkinliklerini uygulamadan önce öğrencilere süreç hakkında bilgiler verilmiştir. Öğrencilere mühendislik tasarım süreci ve aşamaları anlatılmış ayrıca argümantasyon, veri, iddia, gerekçe, argüman kavramları açıklanmış ve örnekler verilmiştir. Uygulamalar, iki sınıf ile gerçekleştirilmiştir. 6/A sınıfında toplam 12 erkek öğrenci 6/B sınıfında toplam 13 öğrenci okula devam etmektedir. Türkiye genelinde yapılan denemede fen bilimleri sınav sonuçlarına göre gruplar arası homojen, grup içerisinde heterojen olacak şekilde gruplar oluşturulmuştur. Her sınıfta üç grup olmak üzere toplamda altı grup elde edilmiştir. Oluşturulan gruplardaki öğrencilerden, fikir alış-verişi yaparak gruplarına isim bulmaları, grup yazıcısı, grup sözcüsü ve malzeme alıcı seçmeleri istenmiştir. Her grubunun çalışmasını gerçekleştireceği grup isimlerinin yazılı olduğu masalar Şekil 3.1’de verilmiştir.



Şekil 3.1 Grupların oluşturulmasına ilişkin örnek görseller

3.3.2 Araştırma ortamının tasarımı

Argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinin uygulanması fen laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Her grubun ayrı ayrı çalışma yapacağı üç adet masa belirlenmiş ve masaların üzerine grup isimleri yazılmıştır. Öğrencilerin kolay malzeme alabilmesi için laboratuvarın bir bölümündeki raf düzenlenmiş ve bu bölüme “Kümbet Market” ismi verilmiştir. Bu markette yer alan ürünlerin bazıları her etkinlikte kullanılmış bazıları ise değiştirilip kullanılmamıştır. Ürünlerin isimleri ve fiyatları

raflara yapıştırılmıştır. Öğrenciler marketten ürün alırken fiyat kriterini sağlamaları için hem etkinlik kağıdına hem de market raflarına ürünlerin fiyatları yazılmıştır. Şekil 3.2’de Kümbet markete ait görsel verilmiştir.



Şekil 3.2 Kümbet marketteki ürünler ve fiyatları

3.3.3 Araştırma uygulama süreci

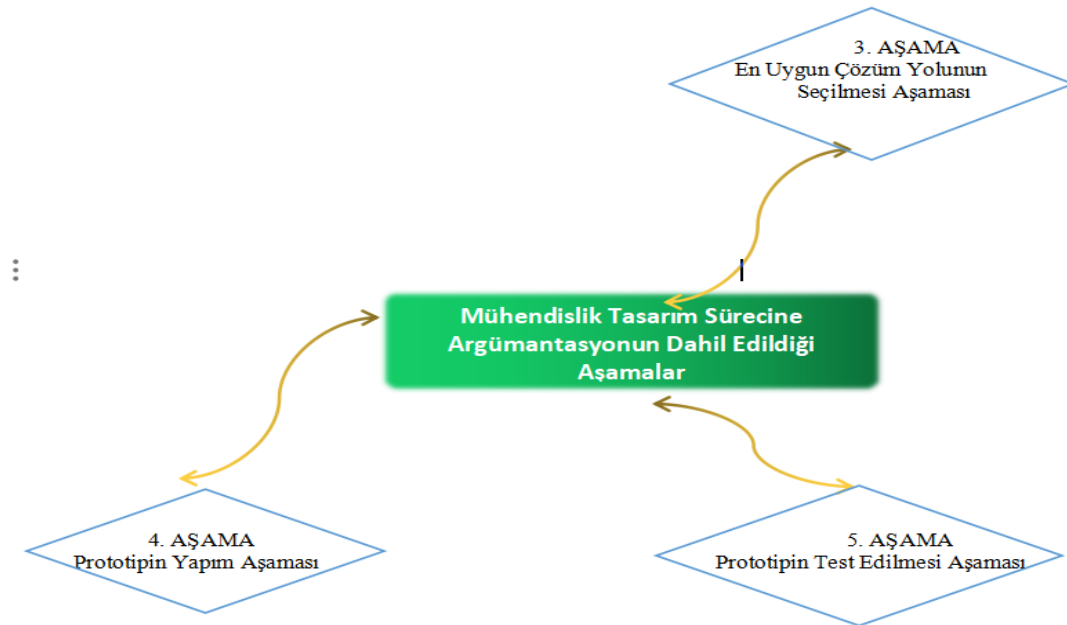
Sınıf öğrencileriyle gerçekleştirilen bu çalışma, haftada 6 ders saatini kapsayacak şekilde toplamda 5 hafta (30 ders saati) sürmüştür. Ortaokul öğrencilerinin seviyesine daha uygun olduğu için beş aşamadan oluşan Wendell ve ark.’nın (2010) tarafından hazırlanmış olduğu mühendislik tasarım süreci basamakları kullanılarak etkinlikler araştırmacı tarafından hazırlanmıştır. Uygulanan argümantasyona dayalı mühendislik tasarım süreci etkinlikleri EK-6’da verilmiştir. Aşağıda verilen Çizelge 3.1’de her hafta çalışmaların nasıl gerçekleştirildiği açıklanmıştır.

Çizelge 3.1 Haftalık yapılan çalışmalar ve kapsadığı kazanımlar

HAFTA	İÇERİK	KAZANIM	ÖRNEKLEM SAYISI
1. hafta	-Mühendislik tasarım süreci ve argümantasyon hakkında bilgi verilmesi -Gerçekleştirilecek olan etkinliklerin açıklanması		25

	-Grupların belirlenmesi		
2. hafta	1. Argümantasyona Dayalı Mühendislik Tasarım Süreci Etkinliği: GEMİ MÜHENDİSİ OLDUM - Öğrenci Günlükleri	F.6.4.2.1. Yoğunluğu tanımlar.	25
3. hafta	2. Argümantasyona Dayalı Mühendislik Tasarım Süreci Etkinliği: ENDÜSTRİ MÜHENDİSİYİM - Öğrenci Günlükleri	F.6.4.3.3. Alternatif ısı yalıtım malzemeleri geliştirir.	25
4. hafta	3. Argümantasyona Dayalı Mühendislik Tasarım Süreci Etkinliği: DAYANIKLI PORTAKALLARIM - Öğrenci Günlükleri	F.6.4.3.2. Binalarda kullanılan ısı yalıtım malzemelerinin seçilme ölçütlerini belirler.	24
5. hafta	4. Argümantasyona Dayalı Mühendislik Tasarım Süreci Etkinliği: HER EVİN ELEKTRİĞİ VAR - Öğrenci Günlükleri - Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu	F.6.4.4.1. Yakıtları, katı, sıvı ve gaz yakıtlar olarak sınıflandırıp yaygın şekilde kullanılan yakıtlara örnekler verir. Fosil yakıtların sınırlı olduğu ve yenilenemez enerji kaynaklarından biri olduğu belirtilir ve yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi örnekler verilerek vurgulanır.	25

Gerçekleştirilen argümantasyona dayalı mühendislik tasarım süreci etkinliklerinde, mühendislik tasarım süreci aşamalarından hangisine argümantasyonun entegre edildiği Şekil 3.3’de verimiştir.



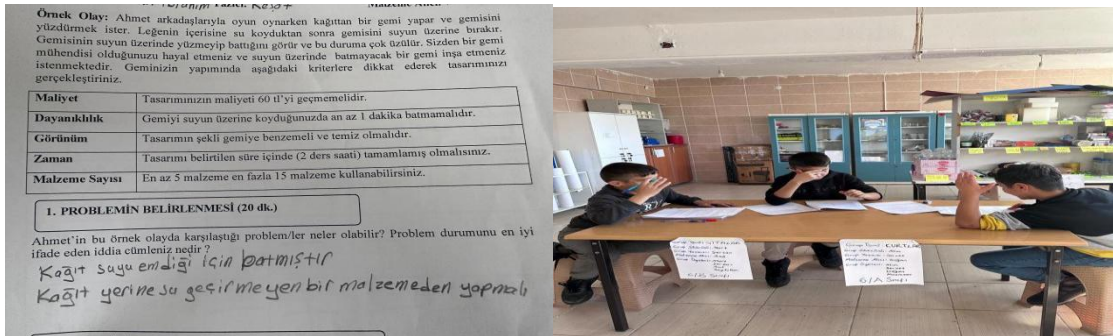
Şekil 3.3 Argümantasyonun entegre edildiği mühendislik tasarım süreci aşamaları

Birinci hafta araştırma öncesi hazırlık aşaması: Araştırmacı, çalışmanın gerçekleştiği okulda görev yapmakta olup öğretmenlikte beşinci yılında uygulamanın gerçekleştiği okulda ise üçüncü yılındadır. Araştırmacı çalışmaya başlamadan önce sınıflara argümantasyonun ne demek olduğunu, argümantasyon öğelerini anlatmış ve örnekler vermiştir. Ardından öğretmen öğrencilere konu vererek argümanlar oluşturmalarını sonrasında grupların tartışmasını istemiştir. Bu sayede teorik anlatılan bilgilerin öğrenciler tarafından aktif kullanılması sağlanmıştır. Daha sonra mühendislik tasarım sürecinden ve aşamalarından bahsetmiş olup süreç hakkında öğrencilere bilgi vermiştir. Her hafta farklı bir argümantasyona dayalı mühendislik tasarım etkinliği gerçekleştireceklerini belirtmiştir. Öğretmen, öğrencileri her grupta dört kişi olmak üzere toplamda üç gruba ayırmıştır. 6/B sınıfında ise öğrenci sayısı 13 olduğu için iki grup dört kişilik, bir grup beş kişilik olmak üzere oluşturulmuştur. Grup isimleri, grup sözcüsü, grup yazıcısı, malzeme alıcısı belirlenmiş olup bu kişilerin görevleri açıklanmıştır. Aşağıda Çizelge 3.2’de mühendislik tasarım süreci aşamaları ve bu aşamaları gerçekleştirme süresi verilmiştir.

Çizelge 3.2 Mühendislik tasarım süreci aşamalarının gerçekleşme süresi

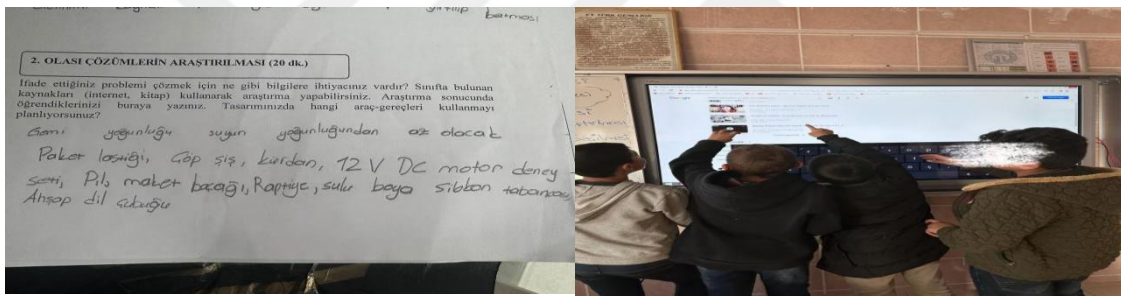
Mühendislik Tasarım Süreci Aşamaları	Gerçekleşme Süresi
1. Problemin Belirlenmesi	20 dk.
2. Olası Çözüm Yollarının Araştırılması	20 dk.
3.En Uygun Çözümün Seçilmesi	1 ders saati (40dk.)
4.Prototipin Yapılması	80 dk.
5.Prototipin Test Edilmesi	80 dk.

İkinci hafta: Argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinin ilk etkinliği olan “Gemi Mühendisi Oldum” etkinliği gerçekleştirilmiştir. Bu etkinlik F.6.4.2.1. “Yoğunluğu tanımlar.” kazanımına uygun olarak hazırlanmıştır. Öğrencilerin kendilerini gemi mühendisi olarak görüp problemin çözümü için belirtilen kriterlere uygun gemi yapmaları istenmiştir. Önce örnek olay okunmuş belirli kriterler doğrultusunda öğrencilerin sırasıyla problemi belirlemesi, olası çözümlerin araştırılması, en uygun çözümün seçilmesi, prototipin yapılması ve prototipin test edilmesi aşamalarını uygulamaları istenmiştir. İlk basamak olan problemin tanımlanması basamağında öğrenciler, örnek olaydaki problemi en iyi ifade eden iddia cümlelerini yazmışlardır. Aşağıda problemin belirlenmesi basamağına ait olan etkinlik kağıdının görseli ve öğrencilerin bireysel olarak problemi belirlediği görsel Şekil 3.4’te verilmiştir.



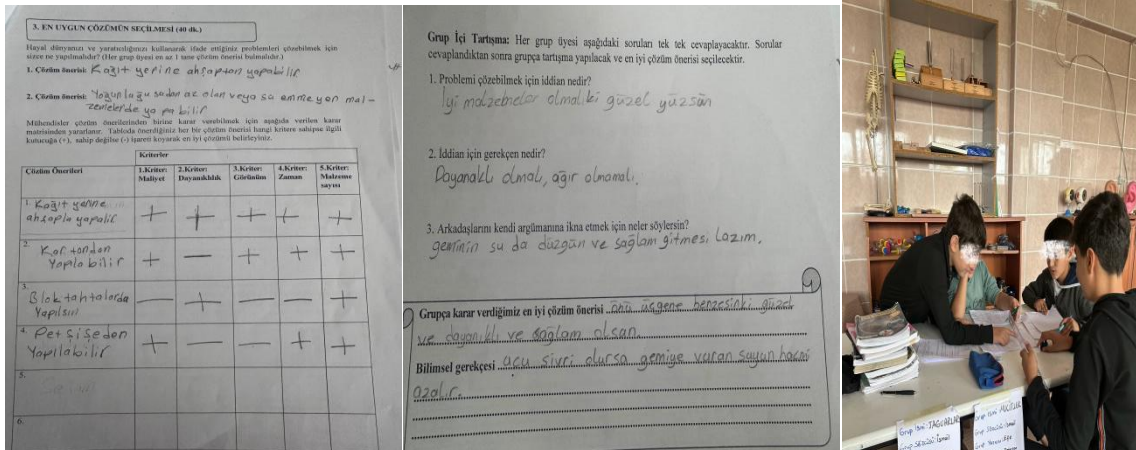
Şekil 3.4 “Gemi Mühendisi Oldum” etkinliğinde problemin belirlenmesi basamağına ait görseller

Daha sonra ikinci basamak olan olası çözüm yollarının araştırılması basamağında, problemin çözümü için fen bilimleri ders kitabı, kaynak kitap veya akıllı tahtadan çözüm yolları araştırmışlardır. Buldukları çözüm yollarını etkinlik kağıdına yazmış ve kullanmak istedikleri araç-gereçleri belirlemişlerdir. Şekil 3.5’de olası çözümlerin araştırılması basamağına ait olan etkinlik kağıdı ve öğrencilerin akıllı tahtayı kullanarak araştırma yaptığı görsel verilmiştir.



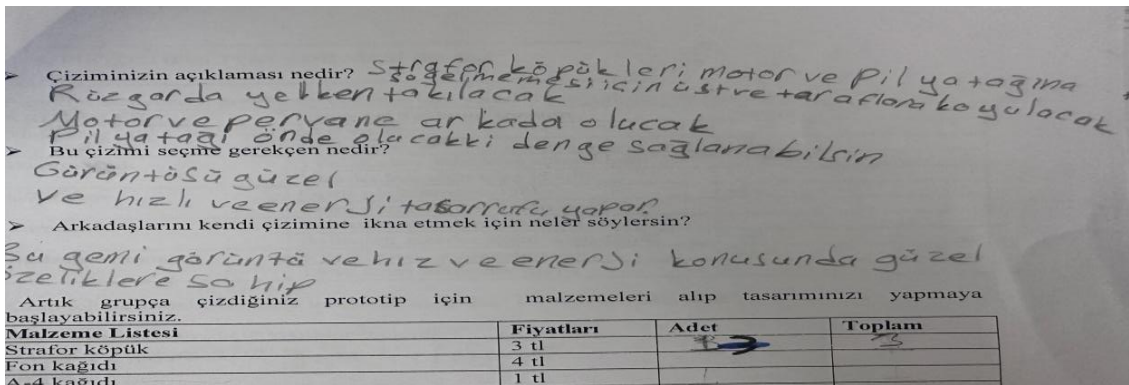
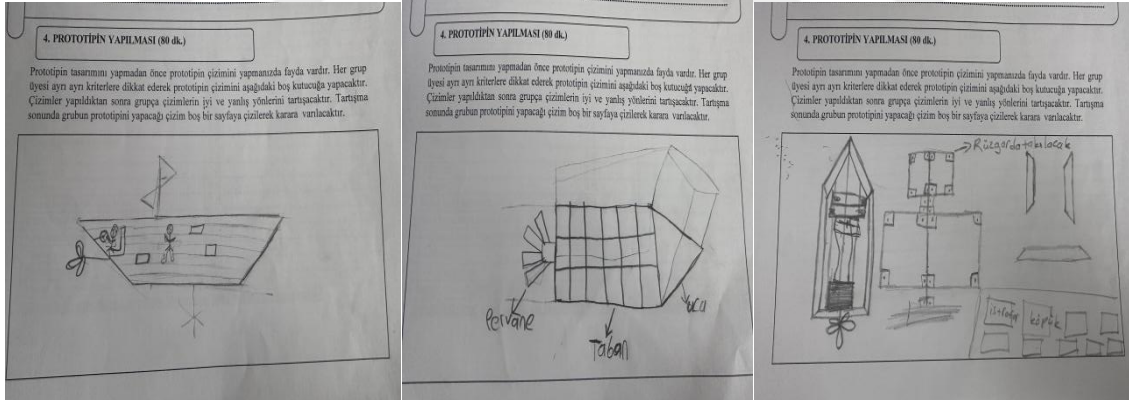
Şekil 3.5 “Gemi Mühendisi Oldum” etkinliğinde olası çözüm yollarının araştırılması basamağına ait görseller

Üçüncü aşama olan en uygun çözüm yolunun seçilmesinde ise her grup üyesi en az bir tane çözüm önerisi bulmuş ve önerisini etkinlik kağıdına yazmıştır. Daha sonra öğrenciler, İddiaları için gerekçelerini ve grup arkadaşlarını kendi iddialarına ikna etmek için neler söyleyebileceklerini etkinlik kağıdına yazmıştır. Yine bu aşamada gruplar kendi içerisinde her öğrencinin çözüm önerisini tartışarak kriterlere en uygun olan çözümü seçmişlerdir. En uygun çözümü seçerken karar matrislerinden yararlanmışlardır. Bu çözümü niye seçtiklerinin bilimsel açıklamasını etkinlik kağıdına yazmışlardır. Şekil 3.6’da en uygun çözüm yolunun seçilmesi basamağına ait olan etkinlik kağıdının ve öğrencilerin grup içi tartışma yaparken ki fotoğrafı yer almaktadır.



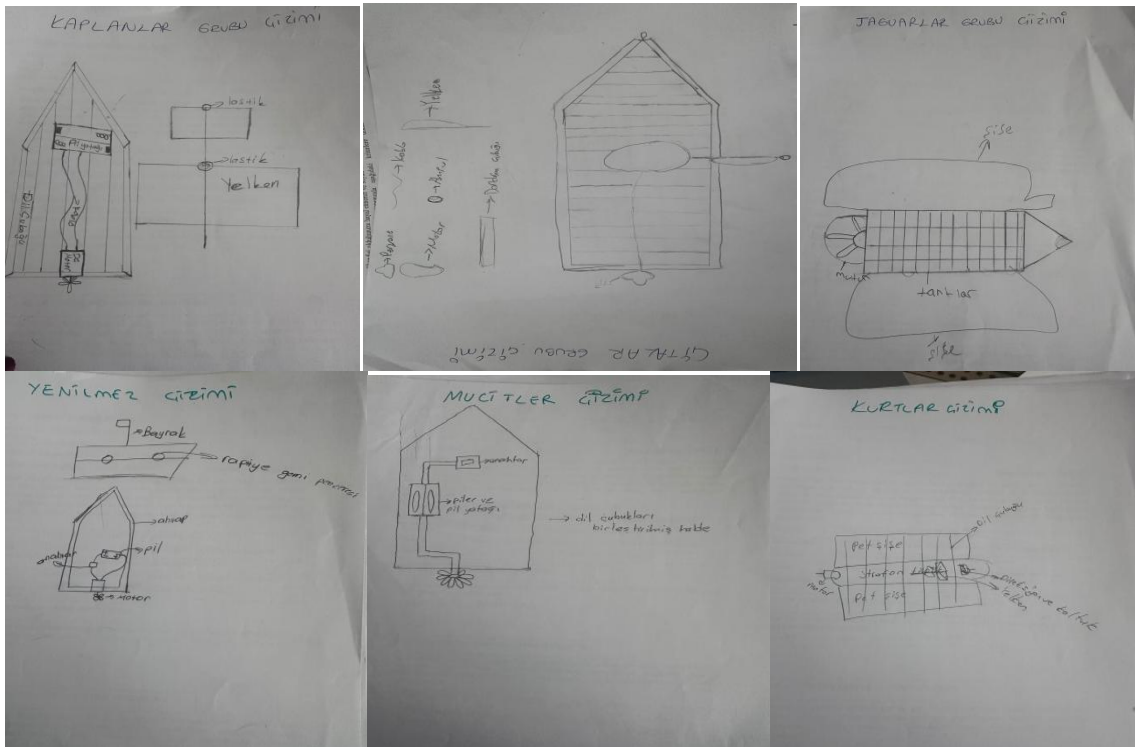
Şekil 3.6 “Gemi Mühendisi Oldum” etkinliğinde en uygun çözüm yolunun seçilmesi basamağına ait görseller

Dördüncü aşama olan prototipin yapılması aşamasında, tasarımın yapımına başlamadan önce her grup üyesi ayrı ayrı hayalindeki prototip çizimini etkinlik kağıdındaki boş alana çizmiş, çizimini açıklamış, neden bu çizimi seçmiş olduğunu ve kendi çizimine arkadaşlarını ikna etmek için neler söyleyebileceğini etkinlik kağıdına yazmıştır. Aşağıda yer alan Şekil 3.7’de her bir grup üyesinin çizdiği gemi prototipi ve çiziminin açıklaması verilmiştir.



Şekil 3.7 “Gemi Mühendisi Oldum” etkinliğinde grup üyelerinin çizdiği prototip çizimleri ve açıklaması

Gruplar tüm çizimlerin iyi ve kötü yönlerini tartıştıktan sonra en iyi çizime karar verip öğretmenin verdiği boş A-4 kağıdına grup çizimini yapmışlardır. Şekil 3.8’de her grubunun seçtikleri en iyi çizimler yer almaktadır.



Şekil 3.8 “Gemi Mühendisi Oldum” etkinliğinde grupların seçtiği en iyi prototip çizimleri

Yine bu aşamada yapacakları prototip için gerekli malzemeleri etkinlik kağıdındaki malzeme listesinden seçip toplam maliyetlerini hesaplamışlardır. Malzeme listesinde, yaratıcılığı minimum düzeyde sınırlandırılacak şekilde bir çok malzeme ve bu malzemelerin fiyatları yer almaktadır. Şekil 3.9’da malzeme listesine ait örnek görsel verilmiştir.

Artık grupça çizdiğiniz prototip için malzemeleri alıp tasarımınızı yapmaya başlayabilirsiniz.

Malzeme Listesi	Fiyatları	Adet	Toplam
Strafor köpük	3 tl	3	9
Fon kağıdı	4 tl		
A-4 kağıdı	1 tl		
Mukavva kağıt	5 tl		
Paket lastiği	1 tl	3	3
Pipet	4 tl		
Çöp şiş	1 tl	3	3
Kürdan	1 tl	7	7
Bağlantı kablosu	1 tl		
12 V DC motor deney seti	10 tl	1	10
Pil	2 tl	2	4
Makas veya maket bıçağı	3 tl	2	6
Mini led ampul	1 tl		
Cetvel	2 tl	1	2
Tahta blok parçaları	3 tl		
Raptiye	1 tl	2	2
İplik	3 tl		
Kumaş parçası veya bez	4 tl		
Balon	2 tl		
Bakır tel	3 tl	2	6
Sünger	4 tl		
Pastel boya veya sulu boya	2 tl		
Kuru boya veya keçeli kalem	3 tl		
Kollı bantı veya yapıştırıcı uhu	5 tl		
Plastik şişe	3 tl	2	6
Silikon tabancası	7 tl	1	7
Ahşap yuvarlak çubuk ve ahşap dil çubuğu	1 tl	11	11
Güvenlik Uyarısı: Kesici, delici alet kullanırken öğretmeninizden yardım alın!		15	15

Şekil 3.9 “Gemi Mühendisi Oldum” etkinliğinde malzeme listesine ait görsel

sunumu bittikten sonra diğer gruplar sunum yapan grubu yorumlamış, sorular yöneltilmiş ve iddialarını söylemişlerdir. Sunum yapan grup, iddialara cevap vermiş ve arkadaşlarını ikna etmeye çalışmışlardır. Daha sonra sunum yapan grup kendi aralarında tartışarak tasarımlarının güçlü, zayıf ve geliştirilmesi gereken yönlerini yazmışlardır ve tasarımlarını bir daha yapacak olsalardı neye dikkat edeceklerini eklemişlerdir. Prototipin test edilmesi aşamasına ait etkinlik kağıdı görseli Şekil 3.12’de verilmiştir.

5. PROTOTİPİN TEST EDİLMESİ (80 dk.)

Prototipi test ederek problemin çözümü için yeterli olup olmadığını tartışınız.

KRİTERLER	Kriterleri Sağlama Durumu	Sonuç
Malzeme	60 il ve altı	
Dayanıklılık	1 dakikadan daha kısa sürede bitti	+
Görünüm	1 dakikadan uzun süre yapıldı	+
Zaman	Gemi görünümüne sahip	+
Malzeme Sayısı	Gemi görünümüne sahip değil	+
	Belirtilen süre içerisinde tamamlandı	
	Belirtilen süreden daha uzun sürdü	
	5 ile 15 arası malzeme sayısı	
	15 ve üzeri malzeme sayısı	

Grup içinde arkadaşlarımızla tartışarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- > Tasarımınız güçlü kısımları nelerdir?
Sürtünme yitirtiliyor
- > Tasarımınız zayıf kısımları nelerdir?
iç görünümü
- > Tasarımınız geliştirilmesi gereken yerleri nelerdir?
Önkismini sili kullanmalıyız
- > Yaptığınız prototip problemin çözümü için yeterli oldu mu karar veriniz.
EVET YETERLİ OLDU () HAYIR YETERLİ OLMADI (X)

Şimdi sizlerden tasarımınıza diğer gruptaki arkadaşlarınıza sunmanızı istiyorum. Sunum yaparken gazete haberi, televizyon reklamı, poster, afiş vb. hazırlayarak sunumunuzu renkli hale getirebilirsiniz. Aşağıdaki soruları cevaplandırdıktan sonra sunuma başlayabilirsiniz.

1. Arkadaşlarınızı tasarımınıza ikna etmek için neler söylersiniz?
Bizim gemiye çok benziyor.

2. Herhangi bir arkadaşınız tasarımınıza karşı argümanla cevap verseydi ona ne söylerdiniz?
Önkismini çabuk yaptık ve orayı silikonladığımız için kötü.

5. PROTOTİPİN TEST EDİLMESİ (80 dk.)

Prototipi test ederek problemin çözümü için yeterli olup olmadığını tartışınız.

KRİTERLER	Kriterleri Sağlama Durumu	Sonuç
Malzeme	60 il ve altı	
Dayanıklılık	1 dakikadan daha kısa sürede bitti	+
Görünüm	1 dakikadan uzun süre yapıldı	+
Zaman	Gemi görünümüne sahip	+
Malzeme Sayısı	Gemi görünümüne sahip değil	+
	Belirtilen süre içerisinde tamamlandı	
	Belirtilen süreden daha uzun sürdü	
	5 ile 15 arası malzeme sayısı	
	15 ve üzeri malzeme sayısı	

Grup içinde arkadaşlarımızla tartışarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- > Tasarımınız güçlü kısımları nelerdir?
Şişeler gemiyi su da yuvarında
- > Tasarımınız zayıf kısımları nelerdir?
Gemiye benzememesidir.
- > Tasarımınız geliştirilmesi gereken yerleri nelerdir?
Gemiye benzemesi için geliştirmek
- > Yaptığınız prototip problemin çözümü için yeterli oldu mu karar veriniz.
EVET YETERLİ OLDU (X) HAYIR YETERLİ OLMADI ()

Şimdi sizlerden tasarımınıza diğer gruptaki arkadaşlarınıza sunmanızı istiyorum. Sunum yaparken gazete haberi, televizyon reklamı, poster, afiş vb. hazırlayarak sunumunuzu renkli hale getirebilirsiniz. Aşağıdaki soruları cevaplandırdıktan sonra sunuma başlayabilirsiniz.

1. Arkadaşlarınızı tasarımınıza ikna etmek için neler söylersiniz?
Biz bunu sağlamlaştırmak için karşılaştırmak

2. Herhangi bir arkadaşınız tasarımınıza karşı argümanla cevap verseydi ona ne söylerdiniz?
Gemi güzel olmasada çok iyi yuvar.

Şekil 3.12 “Gemi Mühendisi Oldum” etkinliğinde prototipin test edilmesine ait etkinlik kağıdı görselleri

Üçüncü hafta: Argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinin ikinci etkinliği olan “Endüstri Mühendisliğim” etkinliği gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen etkinlik F.6.4.3.3. “Alternatif ısı yalıtım malzemeleri geliştirir.” kazanımına uygun olarak hazırlanmıştır. Öğrencilerin kendilerini endüstri mühendisi olarak görüp problemin çözümü için belirtilen kriterlere uygun şekilde termos yapmaları istenmiştir. Önce örnek olay okunmuş belirli kriterler doğrultusunda öğrencilerin sırasıyla problemi belirlemesi, olası çözümlerin araştırılması, en uygun çözümün seçilmesi, prototipin yapılması ve prototipin test edilmesi aşamalarını uygulamaları istenmiştir. İlk basamak olan problemin tanımlanması basamağında öğrenciler, örnek olaydaki problemi en iyi ifade eden iddia cümlelerini yazmışlardır. Daha sonra ikinci basamak olan olası çözüm yollarının araştırılması basamağında, problemin çözümü için fen bilimleri ders kitabı, kaynak kitap veya akıllı tahtadan çözüm yolları araştırmışlardır. Buldukları çözüm yollarını etkinlik kağıdına yazmış ve kullanmak istedikleri araç-gereçleri belirlemişlerdir. Üçüncü aşama olan en uygun çözüm yolunun seçilmesinde ise her grup üyesi en az bir tane çözüm önerisi bulmuş ve önerisini etkinlik kağıdına yazmıştır. Daha

sonra öğrenciler, İddiaları için gerekçelerini ve grup arkadaşlarını kendi iddialarına ikna etmek için neler söyleyebileceklerini etkinlik kağıdına yazmıştır. Yine bu aşamada gruplar kendi içerisinde her öğrencinin çözüm önerisini tartışarak kriterlere en uygun olan çözümü seçmişlerdir. En uygun çözümü seçerken karar matrislerinden yararlanmışlardır. Bu çözümü niye seçtiklerinin bilimsel açıklamasını etkinlik kağıdına yazmışlardır. Dördüncü aşama olan prototipin yapılması aşamasında, tasarımın yapımına başlamadan önce her grup üyesi ayrı ayrı hayalindeki prototip çizimini etkinlik kağıdındaki boş alana çizmiş, çizimini açıklamış, neden bu çizimi seçmiş olduğunu ve kendi çizimine arkadaşlarını ikna etmek için neler söyleyebileceğini etkinlik kağıdına yazmıştır. Gruplar tüm çizimlerin iyi ve kötü yönlerini tartıştıktan sonra en iyi çizime karar verip öğretmenin verdiği boş A-4 kağıdına grup çizimini yapmışlardır. Yine bu aşamada yapacakları prototip için gerekli malzemeleri etkinlik kağıdındaki malzeme listesinden seçip toplam maliyetlerini hesaplamışlardır. Malzeme listesinde, yaratıcılığı minimum düzeyde sınırlandırarak şekilde bir çok malzeme ve bu malzemelerin fiyatları yer almaktadır. Prototipi yapmaları için iki ders saati süre verilmiştir. Tüm gruplar bu etkinlikte süre kriterini sağlayabilmiştir. Şekil 3.13’de prototipin yapım aşamasına ait görseller verilmiştir.



Şekil 3.13 “Endüstri Mühendisiyim” etkinliğinde prototipin yapım aşamasına ait görseller

Son aşama olan prototipin test edilmesi aşaması, iki ders saati sürmüş olup önce yapılan prototiplerin kriterleri sağlama durumlarına bakılmış ve tasarımın problemin çözümü için yeterli olup olmadığı test edilmiştir. Bu amaçla; öğrencilerin yaptıkları termosların içerisine eşit miktarda kaynamış su konulmuş ve bu suların ilk sıcaklıkları termometre yardımıyla grup sözcüleri tarafından ölçülmüştür. Termometreler çıkartılıp termosların kapakları kapatılmış ve 4 dakika boyunca beklenmiştir. Süre dolduktan

sonra termosların kapakları açılmış ve termometreyle yeni ölçümler yapılmıştır. İlk sıcaklık ile son sıcaklık arasında en fazla 2°C değişen termoslar başarılı olmuşken 2°C'den daha fazla sıcaklık kaybı olan termoslar problemin çözümü için başarısız sayılmıştır. Grupların maliyet, görünüm, zaman, malzeme sayısı ve sıcaklık ölçümü kriterlerinin sağlanıp sağlanmadığı belirlenmiştir. Bazı grupların sıcaklık ölçümü kriterini sağlamadığı görülmüştür. Şekil 3.14'de prototipin test edilmesi için termometreyle ölçüm yapılmasına ait görsel verilmiştir.



Şekil 3.14'Endüstri Mühendisiyim'' etkinliğinde prototipin test edilmesi aşamasına ait görsel

Her grup hazırladıkları afiş, poster vb. sunumunu tahtada sunarak prototiplerini nasıl yaptıklarını anlatmıştır. Yaptıkları prototipe diğer grupları ikna etmeye çalışmışlardır. Her grubun sunumu bittikten sonra diğer gruplar sunum yapan grubu yorumlamış, sorular yönelmiş ve iddialarını söylemişlerdir. Sunum yapan grup, iddialara cevap vermiş ve arkadaşlarını ikna etmeye çalışmışlardır. Daha sonra sunum yapan grup kendi aralarında tartışarak tasarımlarının güçlü, zayıf ve geliştirilmesi gereken yönlerini yazmışlardır ve tasarımlarını bir daha yapacak olsalardı neye dikkat edeceklerini eklemişlerdir. Etkinlik bitiminde öğrencilerden bir hafta boyunca neler yaptıklarını yazmaları için günlük tutmaları istenmiştir. Şekil 3.15'de öğrencilerin hazırladığı reklamlar ve sunumlarına ait görseller verilmiştir.



Şekil 3.15: ‘Endüstri Mühendisliği’ etkinliğinde prototipin sunumuna ait görseller

Dördüncü hafta: Argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinin üçüncü etkinliği olan ‘‘Dayanıklı Portakallarım’’ etkinliği gerçekleştirilmiştir. F.6.4.3.2. ‘‘Binalarda kullanılan ısı yalıtım malzemelerinin seçilme ölçütlerini belirler.’’ kazanımının uygun olarak etkinlik hazırlanmıştır. Öğrenciler bu haftada kendilerini inşaat mühendisi olarak görüp ısı yalıtımlı depo yapmışlardır. Önce örnek olay okunmuş belirli kriterler doğrultusunda öğrencilerin sırasıyla problemi belirlemesi, olası çözümlerin araştırılması, en uygun çözümün seçilmesi, prototipin yapılması ve prototipin test edilmesi aşamalarını uygulamaları istenmiştir. İlk basamak olan problemin tanımlanması basamağında öğrenciler, örnek olaydaki problemi en iyi ifade eden iddia cümlelerini yazmışlardır. Daha sonra ikinci basamak olan olası çözüm yollarının araştırılması basamağında, problemin çözümü için fen bilimleri ders kitabı, kaynak kitap veya akıllı tahtadan çözüm yolları araştırmışlardır. Buldukları çözüm yollarını etkinlik kağıdına yazmış ve kullanmak istedikleri araç-gereçleri belirlemişlerdir. Üçüncü aşama olan en uygun çözüm yolunun seçilmesinde ise her grup üyesi en az bir tane çözüm önerisi bulmuş ve önerisini etkinlik kağıdına yazmıştır. Daha sonra öğrenciler, İddiaları için gerekçelerini ve grup arkadaşlarını kendi iddialarına ikna etmek için neler söyleyebileceklerini etkinlik kağıdına yazmıştır. Yine bu aşamada gruplar kendi içerisinde her öğrencinin çözüm önerisini tartışarak kriterlere en uygun olan çözümü seçmişlerdir. En uygun çözümü seçerken karar matrislerinden yararlanmışlardır. Bu çözümü niye seçtiklerinin bilimsel

açıklamasını etkinlik kağıdına yazmışlardır. Dördüncü aşama olan prototipin yapılması aşamasında, tasarımın yapımına başlamadan önce her grup üyesi ayrı ayrı hayalindeki prototip çizimini etkinlik kağıdındaki boş alana çizmiş, çizimini açıklamış, neden bu çizimi seçmiş olduğunu ve kendi çizimine arkadaşlarını ikna etmek için neler söyleyebileceğini etkinlik kağıdına yazmıştır. Gruplar tüm çizimlerin iyi ve kötü yönlerini tartıştıktan sonra en iyi çizime karar verip öğretmenin verdiği boş A-4 kağıdına grup çizimini yapmışlardır. Yine bu aşamada yapacakları prototip için gerekli malzemeleri etkinlik kağıdındaki malzeme listesinden seçip toplam maliyetlerini hesaplamışlardır. Malzeme listesinde, yaratıcılığı minimum düzeyde sınırlandıracak şekilde bir çok malzeme ve bu malzemelerin fiyatları yer almaktadır. Prototipi yapmaları için iki ders saati süre verilmiştir. Bazı öğrenciler bu etkinlikte süre kriterini sağlayamamıştır. Şekil 3.16’da prototipin yapım aşamasına ait görseller verilmiştir.



Şekil 3.16 “Dayanıklı Portakallarım” etkinliğinde prototipin yapım aşamasına ait görseller

Son aşama olan prototipin test edilmesi aşaması, iki ders saati sürmüş olup önce yapılan prototiplerin kriterleri sağlama durumlarına bakılmış ve tasarımın problemin çözümü için yeterli olup olmadığı test edilmiştir. Bu amaçla; öğrencilerin yaptıkları depoların ilk sıcaklıkları grup sözcüsü tarafından termometre yardımıyla ölçülmüştür. Tüm depoların içerisine eşit miktarda buz koyulmuş ve dört dakika boyunca beklenmiştir. Süre sonunca depoların kapakları açılarak depoların içerisinin son sıcaklığı ölçülmüştür. Depoların ilk ve son sıcaklık ölçümü arasında en fazla 1°C’lik artış olan prototip problemin çözümü için yeterli olmuşken 1°C’den fazla sıcaklık artışı olan prototip yeterli olmamıştır. Maliyet, sıcaklık ölçümü, görünüm, zaman ve malzeme sayısı kriterlerini sağlayıp sağlamadıklarına bakılmıştır. Bazı grupların

belirtilen süreye uygun hareket edemediği ve bazı grupların sıcaklık ölçümü kriterini sağlamadığı görülmüştür. Her grup hazırladıkları afiş, poster vb. sunumunu tahtada sunarak prototiplerini nasıl yaptıklarını anlatmıştır. Yaptıkları prototipe diğer grupları ikna etmeye çalışmışlardır. Her grubun sunumu bittikten sonra diğer gruplar sunum yapan grubu yorumlamış, sorular yöneltmiş ve iddialarını söylemişlerdir. Sunum yapan grup, iddialara cevap vermiş ve arkadaşlarını ikna etmeye çalışmışlardır. Daha sonra sunum yapan grup kendi aralarında tartışarak tasarımlarının güçlü, zayıf ve geliştirilmesi gereken yönlerini yazmışlardır ve tasarımlarını bir daha yapacak olsalardı neye dikkat edeceklerini eklemişlerdir. Etkinlik bitiminde öğrencilerden bir hafta boyunca neler yaptıklarını yazmaları için günlük tutmaları istenmiştir. Aşağıda verilen Şekil 3.17’de yapılan prototipler ve bu prototiplerin sunumları yer almaktadır.

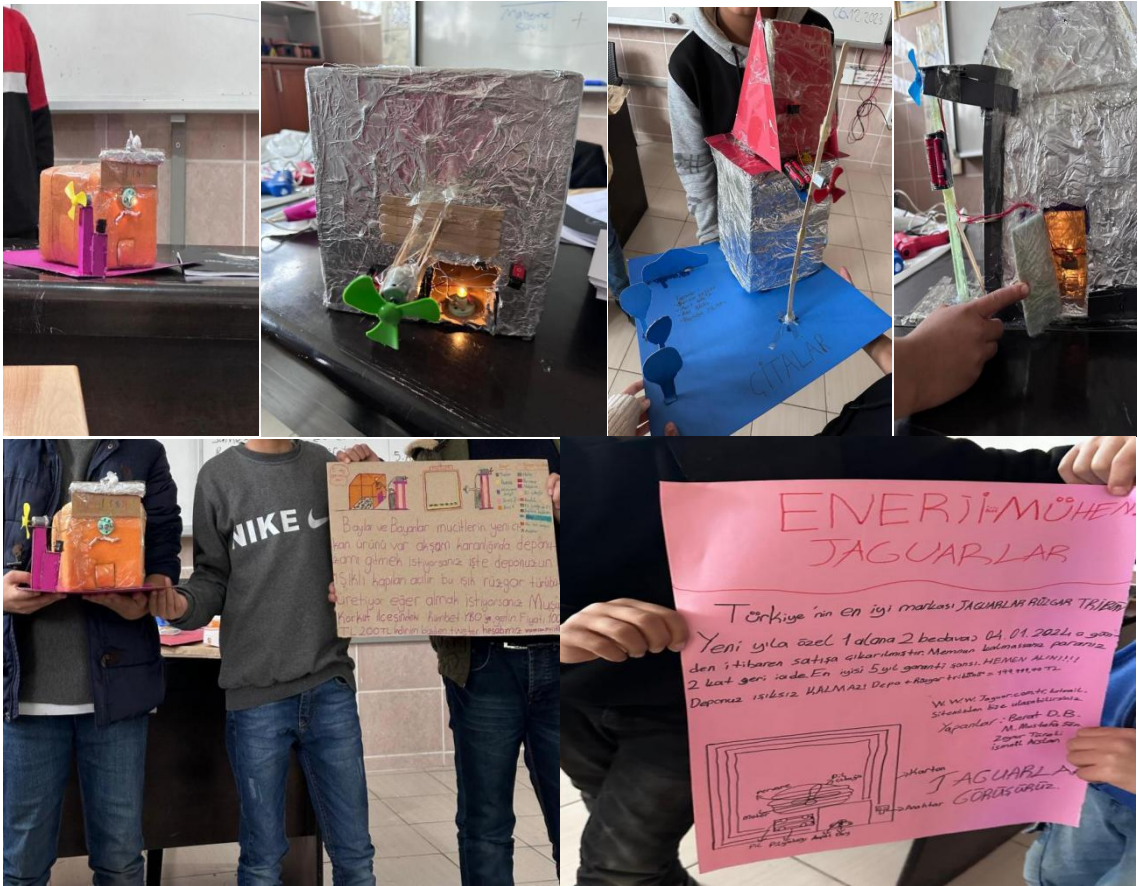


Şekil 3.17 “Dayanıklı Portakallarım” etkinliğinde prototipin test edilmesi aşamasına ait görseller

3.4.5 Beşinci hafta: Argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinin dördüncü ve son etkinliği olan “Her Evin Elektriği Var” etkinliği gerçekleştirilmiştir. F.6.4.4.1. “Yakıtları, katı, sıvı ve gaz yakıtlar olarak sınıflandırıp yaygın şekilde kullanılan yakıtlara örnekler verir. Fosil yakıtların sınırlı olduğu ve yenilenemez enerji kaynaklarından biri olduğu belirtilir ve yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi

örnekler verilerek vurgulanır.” kazanımına uygun olarak hazırlanan etkinlikte öğrenciler kendilerini enerji sistemleri mühendisi yerine koyarak bir önceki hafta yaptıkları depoyu rüzgar turbünün ürettiği elektrik ile aydınlatmaya çalışmışlardır. Önce örnek olay okunmuş belirli kriterler doğrultusunda öğrencilerin sırasıyla problemi belirlemesi, olası çözümlerin araştırılması, en uygun çözümün seçilmesi, prototipin yapılması ve prototipin test edilmesi aşamalarını uygulamaları istenmiştir. İlk basamak olan problemin tanımlanması basamağında öğrenciler, örnek olaydaki problemi en iyi ifade eden iddia cümlelerini yazmışlardır. Daha sonra ikinci basamak olan olası çözüm yollarının araştırılması basamağında, problemin çözümü için fen bilimleri ders kitabı, kaynak kitap veya akıllı tahtadan çözüm yolları araştırmışlardır. Buldukları çözüm yollarını etkinlik kağıdına yazmış ve kullanmak istedikleri araç-gereçleri belirlemişlerdir. Üçüncü aşama olan en uygun çözüm yolunun seçilmesinde ise her grup üyesi en az bir tane çözüm önerisi bulmuş ve önerisini etkinlik kağıdına yazmıştır. Daha sonra öğrenciler, İddiaları için gerekçelerini ve grup arkadaşlarını kendi iddialarına ikna etmek için neler söyleyebileceklerini etkinlik kağıdına yazmıştır. Yine bu aşamada gruplar kendi içerisinde her öğrencinin çözüm önerisini tartışarak kriterlere en uygun olan çözümü seçmişlerdir. En uygun çözümü seçerken karar matrislerinden yararlanmışlardır. Bu çözümü niye seçtiklerinin bilimsel açıklamasını etkinlik kağıdına yazmışlardır. Dördüncü aşama olan prototipin yapılması aşamasında, tasarımın yapımına başlamadan önce her grup üyesi ayrı ayrı hayalindeki prototip çizimini etkinlik kağıdındaki boş alana çizmiş, çizimini açıklamış, neden bu çizimi seçmiş olduğunu ve kendi çizimine arkadaşlarını ikna etmek için neler söyleyebileceğini etkinlik kağıdına yazmıştır. Gruplar tüm çizimlerin iyi ve kötü yönlerini tartıştıktan sonra en iyi çizime karar verip öğretmenin verdiği boş A-4 kağıdına grup çizimini yapmışlardır. Yine bu aşamada yapacakları prototip için gerekli malzemeleri etkinlik kağıdındaki malzeme listesinden seçip toplam maliyetlerini hesaplamışlardır. Malzeme listesinde, yaratıcılığı minimum düzeyde sınırlandıracak şekilde bir çok malzeme ve bu malzemelerin fiyatları yer almaktadır. Prototipi yapmaları için iki ders saati süre verilmiştir. Son aşama olan prototipin test edilmesi aşaması, iki ders saati sürmüş olup önce yapılan prototiplerin kriterleri sağlama durumlarına bakılmış ve tasarımın problemin çözümü için yeterli olup olmadığı test edilmiştir. Bu amaçla; öğrencilerin yaptıkları rüzgar turbününe saç kurutma makinesi tutularak dönmesi sağlanmış ve mini led ampulün ışık vermesi gözlemlenmiştir. Maliyet, görünüm, zaman, malzeme sayısı ve tasarımın çalışması kriterlerinin sağlanıp sağlanmadığına bakılmıştır. Her grup

hazırladıkları afiş, poster vb. sunumunu tahtada sunarak prototiplerini nasıl yaptıklarını anlatmıştır. Yaptıkları prototipe diğer grupları ikna etmeye çalışmışlardır. Her grubun sunumu bittikten sonra diğer gruplar sunum yapan grubu yorumlamış, sorular yönelmiş ve iddialarını söylemişlerdir. Sunum yapan grup, iddialara cevap vermiş ve arkadaşlarını ikna etmeye çalışmışlardır. Daha sonra sunum yapan grup kendi aralarında tartışarak tasarımlarının güçlü, zayıf ve geliştirilmesi gereken yönlerini yazmışlardır ve tasarımlarını bir daha yapacak olsalardı neye dikkat edeceklerini eklemişlerdir. Etkinlik bitiminde öğrencilerden bir hafta boyunca neler yaptıklarını yazmaları için günlük tutmaları istenmiştir. Aşağıda verilen Şekil 3.18’de yapılan prototipler ve bu prototiplerin sunumları yer almaktadır.



Şekil 3.18“Her Evin Elektrikçi Var” etkinliğinde prototipinin test edilmesi aşamasına ait görseller ve prototip sunumu

3.4 Veri Toplama Araçları

Bu çalışmada, araştırmacı tarafından hazırlanan nitel veri toplama araçları kullanılmıştır. Araştırmacı tarafından hazırlanıp gerçekleştirilen argümantasyona dayalı mühendislik tasarım süreci etkinlikleri sonrasında; öğrenci günlükleri uygulanmıştır. Tüm etkinliklerin bitiminde ise her öğrenci ayrı ayrı olacak şekilde yarı yapılandırılmış görüşme formu sorularını cevaplandırmıştır. Araştırmanın alt problemlerine cevap

bulmak amacıyla kullanılan veri toplama araçları ve uygulanma zamanı Çizelge 3.3’de verilmiştir.

Çizelge 3.3 Araştırmanın alt problemlerine veri toplama araçları

Araştırmanın Alt Problemleri	Kullanılan Veri Toplama Araçları	Uygulanma Zamanı
6. sınıf öğrencilerinin mühendislik tasarım sürecine ilişkin görüşleri nelerdir ?	◆ Öğrenci Günlükleri ◆ Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu	Etkinlik sonrasında
6. sınıf öğrencilerinin mühendislik tasarım sürecindeki deneyimleri nedir ?	◆ Öğrenci Günlükleri ◆ Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu	Etkinlik sırasında ve etkinlik sonrasında
6. sınıf öğrencilerinin argümantasyona dayalı mühendislik tasarım süreci etkinlik uygulamasında ortaya çıkan sorunları nelerdir?	◆ Öğrenci Günlükleri ◆ Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu	Etkinlik sırasında ve etkinlik sonrasında

3.4.1 Öğrenci günlükleri

Ortaokul 6. sınıf öğrencilerinin argümantasyona dayalı mühendislik tasarım süreci hakkında görüşlerini almak, etkinlikle ilgili deneyimlerini öğrenmek ve ortaya çıkan sorunları öğrenmek amacıyla etkinliklerin yapıldığı her gün dersin bitmesine on dakika kala günlük tutmaları istenmiştir. Uzel’e (2019) göre bir süreç boyunca görüşlerin belirlenmesi amaçlanıyorsa öğrenci günlükleri kullanılabilir. Günlükler ile öğrencilerin gerçekleştirilen uygulama hakkında olumlu veya olumsuz düşünceleri ve yorumları öğrenilebilir (Çepni, 2018; Küçük, 2020). Öğrencilerin bireysel olarak kimseden etkilenmeyerek günlük tutmaları ve içtenlikle cevap vermeleri istenmiştir. Günlüklerini yazarken, bugün ne yaptıklarını, kendilerini nasıl hissettiklerini, neler yaparken zorlandıklarını, hangi kavramları öğrenip öğrenemediklerini, fikir ayrılığı yaşayıp yaşamadıklarını, nelerin hoşuna gidip gitmediğini, grup çalışmasını sevip sevmediklerini, etkinliği nasıl bulduğunu, hangi mühendislik tasarım süreci basamaklarında neler yaptıklarına dikkat ederek yazmaları istenmiştir. Ayrıca tasarımlarını tekrar yapacak olsalardı nelere dikkat edeceklerini de belirtmeleri istenmiştir. Öğrenci günlüğü EK-2’de verilmiştir.

3.4.2 Yarı yapılandırılmış görüşme formu

6.sınıf öğrencilerinin argümantasyona dayalı mühendislik tasarım süreci hakkında görüşlerini ve deneyimlerini belirlemek amacıyla araştırmacı tarafından yarı yapılandırılmış görüşme formu hazırlanmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşme formu tüm etkinliklerin uygulanması bittikten sonra her öğrenciyle bir kere olacak şekilde, yüz yüze sınıf ortamında gerçekleştirilmiştir. Görüşmeler ortalama 10-15 dakika sürmüştür. Görüşme sorularına verilen cevaplar yazıya aktarıldığında her öğrenciden yaklaşık olarak bir sayfalık cevaplar elde edilmiştir. Verilerin toplanmasında yarı yapılandırılmış görüşme formunun seçilmesinin amacı sorulacak soruların daha öncesinde hazırlanıp görüşmenin daha düzenli gerçekleştirilmesini sağlamaktır (Yıldırım ve Şimşek, 2006). Görüşme gerçekleştirilirken araştırmacının yeni sorular ekleyebilmesi de yarı yapılandırılmış görüşme formunun tercih edilme sebeplerinden biridir. Bu şekilde öğrencilerin soruya verdikleri cevaplar derinlemesine öğrenmiş olunur.

Formda argümantasyona dayalı mühendislik tasarım süreci ile ilgili 10 adet soru bulunmaktadır. Bu soruların hazırlanması için mühendislik tasarımı ile ilgili literatür taraması yapılmıştır. Sorular hazırlanarak mühendislik tasarım süreci konusunda uzman olan bir öğretim üyesinden, argümantasyon konusunda uzman olan başka bir öğretim üyesinden öğrenci seviyesine uygun olup olmadığı ve alt problemleri kapsayıp kapsamadığı hakkında görüşler alınmıştır. Ayrıca alanında uzman bir Türkçe öğretmeninden de dil ve anlatım, yazım noktalama açısından görüş alınmıştır. Alanında uzman olan kişilerin belirttiği önerileri, eleştirileri ve görüşleri doğrultusunda görüşme sorularına son hali verilmiştir. Görüşme soruları EK-3'te verilmiştir.

3.5 Verilerin Analizi

Bu kısımda araştırmanın alt problemlerine cevap bulmak için nitel veri toplama araçları kullanılmış olup bu verilerin nasıl analiz edildiği yer almaktadır. Araştırmanın verilerini uygulama süreci sonundaki yarı yapılandırılmış görüşme formu ve her hafta yazılan öğrenci günlükleri oluşturmaktadır. Bu veriler içerik analizi yöntemiyle analiz edilmiştir. İçerik analizi, yapılan çalışmalarda elde edilen veriler arasındaki ilişkileri bulmayı amaçlayan (Yıldırım ve Şimşek, 2013) ve toplanan verilerin objektif bir biçimde ayrıntılı incelenmesine imkan tanıyan bilimsel bir yaklaşımdır (Tavşancıl ve Aslan, 2001). Bu sebeple araştırma sorularının tümünün cevapları için içerik analizi yöntemi kullanılmıştır.

Her bir öğrenciyle ayrı ayrı olarak gerçekleştirilen görüşmede öğrencilerin sorulara verdikleri cevaplar bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Daha sonra sorulan sorularla ilgisi olmayan cevaplar çıkarılmış gerekli sadeleştirmeler yapılmıştır. Öğrencilerin vermiş oldukları cevaplardan yola çıkarak kodlar oluşturulmuştur. Öğrencilerin günlükleri de aynı şekilde bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Nitel verilerin analizinde kullanılan içerik analizi dört basamakta toplanmaktadır. Bu basamaklar sırasıyla uygulanarak veriler analiz edilmiştir. Basamaklar:

- Elde edilen verilerin kodlanması
- Kategorilerin ve temaların bulunması
- Verileri kategorilere uygun şekilde yerleştirme
- Bulguların değerlendirilmesi (Çepni, 2014; Yıldırım ve Şimşek, 2006) şeklindedir.

Elde edilen bulgular araştırmanın dördüncü bölümünde verilmiştir.

İki farklı araştırmacı farklı yer ve zamanda kodlar oluşturmuştur. Daha sonra iki araştırmacı bir araya gelerek yapmış oldukları kodları değerlendirmişlerdir. Farklı araştırmacıların kodlarının tutarlılığını belirleyebilmek amacıyla Miles ve Huberman (1994)'ın belirttiği $(\frac{[\text{Görüş Birliği}/\text{Görüş Birliği} + \text{Görüş Ayrılığı}]}{2} \times 100)$ formülü ile hesaplanmıştır (Bakırcı ve Öçsoy, 2017; Yıldırım ve Şimşek, 2018). Araştırmacılar dışında üçüncü kişi olarak fen eğitimi uzmanı tarafından da ayrıca kod ve kategoriler oluşturulmuştur. Kodların tutarlılığı “Görüş Birliği” ya da “Görüş Ayrılığı” şeklinde belirlenmiştir. Araştırmacıların belirlemiş oldukları kodlar aynıysa görüş birliği, farklıysa görüş ayrılığı olarak düzenlenmiştir. Araştırmanın amacına uygun olmayan kodlar ve temalar çıkartılmış ve görüş ayrılığı olan kısımlarda görüş birliği sağlanana kadar değerlendirme devam etmiştir. Görüş birliğinin sağlanmadığı durumlarda dördüncü bir uzmandan da görüş alınmıştır. Böylece kod ve kategorilere son hali verilmiştir.

3.6 Geçerlik ve Güvenirlilik

En basit tanımıyla geçerlilik araştırma sonuçlarının doğruluğunu, güvenilirlik araştırmanın tekrar edilebilir olması anlamına gelir (Yıldırım ve Şimşek, 2018). Merriam'a (2013) göre güvenilirlik, araştırmanın aynı veya farklı araştırmacılar tarafından tekrar uygulandığında aynı sonuçlara ulaşılmasıdır. Çalışmanın güvenilirliğini sağlamak amacıyla bu kapsamda kodlar oluşturulmuştur. Oluşturulan kodlar belli kategoriler içerisine toplanmış ve temalar oluşturulmuştur. Çalışmadan elde edilen verilerin güvenilirliğini sağlamak amacıyla araştırmacı ve mühendislik tasarım

süreci alanında uzman kişi tarafından birbirinden bağımsız olacak şekilde veriler kodlanmıştır. Görüş birliği ve görüş ayrılığı tespit edilmiş olup görüş ayrılığının olduğu kısımlarda araştırmacılar bir araya gelerek uzlaşma sağlanmıştır. Kodlayıcılar arası güvenilirlik, Miles ve Huberman'a (1994) ait olan formül ($[\text{Görüş Birliği}/\text{Görüş Birliği} + \text{Görüş Ayrılığı}] \times 100.00$) ile hesaplanmıştır. Bu doğrultuda kodlayıcılar arası güvenilirlik yarı yapılandırılmış görüşme formundan elde edilen veriler için %89.00, günlüklerden elde edilen veriler için %90.00 olarak hesaplanmıştır. Güvenirlik hesaplarının %70 ve üzerinde çıkması durumu araştırma için güvenilir kabul edilmektedir (Miles ve Huberman, 1994).

Araştırmanın iç geçerliliğinin sağlanabilmesi için 6/A ve 6/B sınıfına uygulanan etkinlikler aynı öğretmen tarafından ve aynı ortamda yürütülmüştür. Aynı zamanda birden fazla veri toplama aracı (günlük, yarı yapılandırılmış görüşme formu) kullanılarak çeşitlilik sağlanmıştır. Veri toplama araçları oluşturulurken üç uzman görüşü alınması ve verilerin analizinin birden fazla uzman tarafından kontrol edilmesi iç geçerliliği artırmaktadır. Araştırmanın dış geçerliliğini sağlayabilmek için araştırmanın tüm aşamaları ayrıntılı olarak anlatılmıştır. Ayrıca öğrencilerin etkinliklerde samimi ve doğal olmaları adına araştırmanın bir parçası oldukları sezdirilmemeye çalışılmıştır.

Araştırmanın etik boyutuna bakıldığında araştırma öncesinde Muş Alparslan Üniversitesi Etik Kurulu ve Muş İl Milli Eğitim Müdürlüğü'nden gerekli resmi izinler alınmıştır. (EK 4 ve EK 5). Öğrenci velilerine ulaşarak çalışmanın gönüllülük esasına dayandığı söylenerek gerekli izin alınmıştır. Veli izin belgeleri EK 1'de sunulmuştur. Öğrenciler gönüllülük esasına göre araştırmaya dahil edilmiştir. Yapılan çalışmada öğrencilerin gerçek isimleri değil öğrencilere verilen kodlar kullanılmıştır. Araştırmada verilen fotoğraflarda, öğrencilerin kimliklerine ulaşılmaması için yüzlerinin görünmemesi sağlanmıştır. Ayrıca öğrencilere çalışmaya başlamadan önce araştırmanın amacı ve ulaşılan verilerin nerede kullanılacağı açıklanmıştır.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

Bu araştırmada, argümantasyona dayalı mühendislik tasarım süreci hakkında öğrencilerin görüşleri ve deneyimleri incelenmiştir. Bu amaçla görüşme soruları ve günlüklerden toplanan veriler, içerik analizi yöntemiyle analiz edilmiştir. Toplanan bulgular, iki başlık altında ortaya konmuştur: Ortaokul öğrencilerinin argümantasyona dayalı mühendislik tasarım süreci hakkındaki görüşleri ve ortaokul öğrencilerinin argümantasyona dayalı mühendislik tasarım süreci hakkındaki deneyimleri. Bu bölümde analizlerden elde edilen bulgulara yer verilmiştir.

4.1 Ortaokul Öğrencilerinin Argümantasyona Dayalı Mühendislik Tasarım Süreci Uygulamaları Hakkındaki Görüşleri

Öğrenciler, uygulama sürecinin sonunda doldurdukları açık uçlu görüşme sorularıyla ve her hafta yazmış oldukları günlükleriyle argümantasyona dayalı mühendislik tasarım süreci hakkında görüşlerini belirtmişlerdir. Öğrencilerin görüşleri neticesinde 19 tema ortaya konulmuştur: Argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecini beğenme durumları, argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecini beğenme nedenleri, etkinlik süresince hissettikleri, argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecini eğlenceli bulduğu noktaları belirleme, argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinde en çok beğenilen aşama, ileride argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecine zaman ayırma, günlük yaşamda argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecini uygulamayı isteme durumu ve uygulamak isteme sebebi, argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinin katkı sağlama durumu, argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinin olumsuz yanlarının var olma durumu, varsa bu olumsuzlukların nedenleri, argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinde en çok zorlandıkları aşama, bu aşamalardaki zorlanma sebebi ve zorlanılan kısımlardaki uygulamaları.

Öğrencilerin argümantasyona dayalı mühendislik tasarım süreci kapsamında uygulanan etkinlikleri beğenme durumlarına ilişkin görüşlerine yönelik bulgular aşağıda, Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Argümantasyona dayalı mühendislik tasarım süreci etkinliklerini beğenme durumuna ilişkin görüşler

Kategoriler	Öğrenciler
Beğendim	Ö1, Ö3, Ö6, Ö7, Ö8, Ö10, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö18, Ö19, Ö21, Ö22, Ö24
Çok beğendim	Ö2, Ö4, Ö5, Ö9, Ö11
Biraz Beğendim	Ö20, Ö23, Ö25

Çizelge 4.1’de 17 öğrencinin argümantasyona dayalı mühendislik tasarım süreci etkinliklerini beğendiği, 5 öğrencinin argümantasyona dayalı mühendislik tasarım süreci etkinliklerini çok beğendiği, 3 öğrencinin ise bu etkinlikleri biraz beğendiği görülmektedir. Bazı öğrencilerin argümantasyona dayalı mühendislik tasarım süreci etkinliklerini beğenme durumuna ilişkin görüşleri aşağıda belirtilmiştir.

Evet, çok beğendim (Ö4). (Veri Kaynağı: Görüşme Soruları)

Biraz beğendim (Ö23). (Veri Kaynağı: Görüşme Soruları)

Öğrencilerin argümantasyona dayalı mühendislik tasarım süreci etkinliklerini beğenme nedenlerine ilişkin görüşlerine yönelik bulgular Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2 Argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecini beğenme nedenlerine ilişkin görüşler

Kategoriler	Kodlar	Öğrenciler
Öğrencilerde Geliştirdiği Beceriler	Grup çalışması yapılması Tartışmaya dayalı olması Özgüven artışını sağlaması Kendini ifade edebilme yeteneğinin artması Fikir alışverişi yapılması	Ö3, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö24 Ö6, Ö11, Ö21 Ö9 Ö18 Ö13
Öğrencilerde Geliştirdiği Duygusal Gelişimler	Eğlenceli olması Kendini bir mühendis gibi hissetmesi Heyecan verici olması	Ö1, Ö2, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö10, Ö11, Ö12, Ö17, Ö19, Ö21 Ö3, Ö4, Ö7, Ö22 Ö5

Çizelge 4.2’de görüldüğü gibi ortaokul öğrencilerinin görüşleri doğrultusunda argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecini beğenme nedenlerine yönelik şu kategoriler ortaya çıkmıştır: Öğrencilerde geliştirdiği beceriler ve öğrencilerde geliştirdiği duygusal gelişimler. Öğrencilerde geliştirdiği beceriler kategorisinde beş adet kod ortaya konulmuştur. Grup çalışması yapılması ve fikir alışverişi yapılması kodları altında örnek öğrenci ifadesi “Beğendim çünkü tasarım yapmak ve grup arkadaşlarımdan fikir almak çok iyiydi (Ö13, Veri Kaynağı:Görüşme).” şeklindedir.

Tartışmaya dayalı olması kodu altında örnek bir ifade “...Çünkü çok güzeldi tartışarak konuşuyorduk (Ö6, Veri Kaynağı:Görüşme).” şeklindedir. Özgüven artışı sağlaması kodu altında örnek ifade “Özgüvenimiz çok arttı (Ö9, Veri Kaynağı:Görüşme).” şeklindedir. Kendini ifade edebilme yeteneğinin artması kodu altında ifade “Beğendim çünkü kendimizi sözlerimiz ile ifade edebilir hale geldik (Ö18, Veri Kaynağı:Görüşme).” şeklindedir. Öğrencilerde geliştirdiği duygusal gelişimler kategorisinde üç adet kod ortaya konulmuştur. Kendilerini mühendis yerine koyarak mühendis gibi hisseden öğrenci bu durumu şu şekilde ifade etmiştir: “Çünkü arkadaşlarımla mühendis gibi olmayı çok sevdim (Ö22, Veri Kaynağı:Görüşme)”. Heyecan verici olması ve eğlenceli olması kodlarının her ikisinde de yer alan örnek öğrenci ifadesi “Beğendim çünkü çok eğlenceli ve heyecanlı vakit geçirdik (Ö5, Veri Kaynağı:Görüşme).” şeklindedir.

Öğrencilerin, etkinlik sürecince hissettikleri duygularla ilgili görüşlerine ait bulgular Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.3 Etkinlik süresince hissettiği duygularla ilgili görüşleri

Kategoriler	Kodlar	Öğrenciler
Endişe	Prototipi test ederken endişelenme Prototipi yaparken endişelenme	Ö1, Ö8, Ö11, Ö13, Ö15, Ö17, Ö18, Ö22, Ö24 Ö2, Ö4, Ö14, Ö19, Ö21
Heyecan	Prototipi test ederken heyecanlanma Prototipi yaparken heyecanlanma	Ö3, Ö2, Ö5, Ö11, Ö19, Ö20, Ö23, Ö25 Ö13
Üzüntü	Prototipi test ederken üzülmeye	Ö1, Ö2, Ö17, Ö18, Ö19, Ö23
Korku	Prototipi test ederken korkma	Ö3, Ö9, Ö12,
Sevinç	Prototipi yaparken sevinme	Ö13
Diğer	İyi Hissetme	Ö7, Ö16

Çizelge 4.3’de görüldüğü gibi ortaokul öğrencilerinin görüşleri doğrultusunda argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinde hissettiği duygulara yönelik şu kategoriler ortaya çıkmıştır: Endişe, heyecan, üzüntü, korku, sevinç, diğer. Endişe kategorisinde prototipi test ederken başarılı olup olmama durumundan dolayı endişelenen öğrencilerin ifadeleri “Endişeli oldum çünkü yaptığımız projeleri denerken çok endişeliydim (Ö1, Veri Kaynağı:Görüşme).” “Yaptığımız prototipi denerken kaybedeceğimizden dolayı endişelendim (Ö8, Veri Kaynağı:Görüşme).” şeklindeyken prototipi yaparken endişe yaşayan örnek öğrenci ifadeleri “Gemi yaparken çok zorlandık ve yapamayacağız diye endişelendik sonunda da başarılı olamadık (Ö2, Veri

Kaynağı:Günlük)."ve *"Endişelendim çünkü her ana elimi silikon tabancasıyla yakabilirdim (Ö21, Veri Kaynağı:Görüşme).*" şeklindedir. Heyecan kategorisinde prototipi test ederken heyecanlanan öğrencilerin ifadeleri *"Etkinliği yaparken çok heyecanlıydım, hırslıydım, sıkılmadım ve mühendislik tasarım çalışmasının ne kadar güzel olduğunu fark ettim (Ö3, Veri Kaynağı:Günlük)" "Prototipin test edilmesi çok heyecanlıydı.Önce gemimiz suyun üstünde batmadan durdu çok geçmeden ön kısmından su almaya başladı ve battı. Bizde hayal kırıklığına uğradık (Ö5, Veri Kaynağı:Günlük)"* şeklindeki prototipi yaparken heyecanlanma kodu altında örnek öğrenci ifadesi *"Yaptığımız prototip işe yaramazsa diye heyecanlandım (Ö23, Veri Kaynağı:Görüşme).*" şeklindedir. Üzüntü kategorisinde bazı öğrenciler prototipi test ederken başarısız olma durumundan dolayı üzülmiş olup örnek öğrenci ifadeleri *"Prototipi sunduğum zaman çok heyecanlandım ve gemimizin batmasıyla çok üzüldük (Ö2, Veri Kaynağı:Günlük)"* ve *"Bizim gemimiz batmadı ama diğer arkadaşlarımın gemisi battığı için onlar adına üzüldüm (Ö19, Veri Kaynağı:Günlük)"* şeklindedir. Korku kategorisinde prototipi test ederken korkma kodu altında örnek öğrenci ifadesi *"Prototipi denerken korku yaşadım çünkü prototip başarısız olabilirdi (Ö9, Veri Kaynağı: Görüşme).*" şeklindedir. Sevinç kategorisinde ve diğer kategorilerde de yer alan öğrenci ifadesi *"Hem sevinç hem endişe duydum. Çünkü prototipi yapmak çok eğlenceliydi ama prototip başarısız olur diye endişeleniyordum (Ö13, Veri Kaynağı:Görüşme).*" şeklindedir. Diğer kategorisinde iyi hissetme kodu altında örnek öğrenci ifadesi *"Kendimi iyi hissettim, yapabileceğimi hissettim ve yaptım (Ö7, Veri Kaynağı:Görüşme).*" şeklindedir.

Öğrencilerin, argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinde eğlenceli bulduğu noktalar hakkındaki görüşlerine yönelik bulgular Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4 Etkinlik süresince eğlenceli buldukları noktalar hakkındaki görüşleri

Kategoriler	Kodlar	Öğrenciler
Prototipin Yapılması Aşaması	Prototipi yapma Silikon tabancası kullanma Gemi tasarımı yapma Gemiye pervane takma Depo yapma Duyun vidasını sıkma Rüzgar türbini yapma	Ö3, Ö5, Ö6, Ö12, Ö15, Ö22 Ö2, Ö9, Ö17, Ö20 Ö23 Ö1, Ö8,Ö11, Ö25 Ö7, Ö11,Ö13, Ö16 Ö1,Ö14 Ö19 Ö19
Prototipin Test Edilmesi Aşaması	Gemiyi yüzdürme Prototipi test etme Depoyu aydınlatma	Ö4, Ö25 Ö18 Ö4

Probleme En Uygun Çözüm Yolu Seçilmesi Aşaması	Grupça tartışma	Ö21, Ö24
Olası Çözüm Yollarının Araştırılması Aşaması	Araştırma yapma	Ö10

Çizelge 4.4’de görüldüğü gibi ortaokul öğrencilerinin görüşleri doğrultusunda argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinde eğlenceli bulunan noktalara yönelik şu kategoriler ortaya çıkmıştır: Prototipin yapılması aşaması, prototipin test edilmesi aşaması, probleme en uygun çözüm yolu seçilme aşaması, probleme çözüm yolu bulunması aşaması. Prototipi yapma kodu altında eğlenen öğrencinin örnek ifadesi *“Prototipin yapılması hoşuma gitti ve yaparken eğlendim(Ö3, Veri Kaynağı:Görüşme).”* şeklindedir. Silikon tabancasını kullanma kodu içerisinde örnek ifade *“Silikon tabancası içindeki silikonu sıkarken çok eğlendim (Ö2, Veri Kaynağı:Görüşme).”* şeklindedir. Gemiye pervane takma kodu altında örnek öğrenci ifadeleri *“Gemi mühendisi olduğumuz etkinlikte gemiye pervaneyi takarken eğlendim, pervaneyi çalıştırmak çok eğlenceliydi (Ö11, Veri Kaynağı:Görüşme).”* *“Kumaştan kestiğimiz bayrağı dondurma çubuğunun ortasına sabitledikten sonra motoru gemiye taktık. Motoru takınca bozuldu ve bir daha çalıştıramadık (Ö13, Veri Kaynağı:Günlük).”* şeklindedir. Depo yapma kodu altında örnek öğrenci ifadeleri *“Gemiye ve depoyu yaparken çok eğlendim (Ö1, Veri Kaynağı:Görüşme).”* *“Depoyu yaparken çok seçeneğimiz olduğu için eğlendim. Alüminyum folyo ve keçe ile depoyu sarmak eğlenceliydi (Ö14, Veri Kaynağı:Görüşme).”* şeklindedir. Duyun vidasını sıkma ve rüzgar türbini yapma kodları altında örnek öğrenci ifadesi *“Rüzgar türbinini yaparken ve duyun vidalarını sıkarken çok eğlendim (Ö19, Veri Kaynağı:Görüşme).”* şeklindedir. Prototipin test edilmesi kategorisinde üç adet kod oluşturulmuştur. Gemiye yüzdürme ve depoyu aydınlatma kodu altında örnek ifade *“Depoyu test ettiğimizde aydınlattığımız da ve gemiyi yüzdürmek için suyun üzerine koyduğumuzda batıp batmamasını beklerken çok eğlendim (Ö4, Veri Kaynağı:Görüşme).”* şeklindedir. Prototipi test etme kodu altında örnek öğrenci ifadesi *“En çok eğlendiğim yerler prototipi test etme aşamasıydı çünkü diğer grupların başarı durumunu değerlendirirken eğleniyorduk (Ö18, Veri Kaynağı:Görüşme).”* şeklindedir. Probleme en uygun çözüm yolu bulunması kategorisinde grupça tartışma kodu altında örnek bir ifade *“Grupça tartışırken eğlendim (Ö24, Veri Kaynağı:Görüşme).”* şeklindedir. Olası çözüm yollarının araştırılması aşamasında araştırma yapma kodu altında örnek bir ifade *“Araştırma yaptığımızda eğlendim çünkü akıllı tahtayı biz kullanabiliyorduk (Ö10, Veri Kaynağı:Günlük).”* şeklindedir.

Öğrencilerin, argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinde en çok hangi aşamayı beğendiklerine ilişkin görüşlerine yönelik bulgular Çizelge 4.5’de verilmiştir.

Çizelge 4.5 Öğrencilerin argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinde en çok hangi aşamayı beğendiklerine ilişkin görüşleri

Kodlar	Öğrenciler
Prototipin Yapım Aşaması	Ö1, Ö3, Ö6, Ö8, Ö9, Ö13, Ö14, Ö17, Ö18, Ö19, Ö20, Ö21,
Prototipin Test Edilmesi Aşaması	Ö4, Ö6, Ö7, Ö12, Ö15, Ö21, Ö25
Olası Çözüm Yollarının Araştırılması Aşaması	Ö2, Ö6, Ö9, Ö23
Problemin Belirlenmesi Aşaması Çözüm	Ö11, Ö16, Ö22
En Uygun Çözüm Yolunun Seçilmesi Aşaması	Ö6, Ö21
Hepsi	Ö5, Ö10

Çizelge 4.5’de görüldüğü gibi 13 öğrencinin argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinde prototipin yapım aşamasını, 7 öğrencinin prototipin test edilmesi aşamasını, 4 öğrencinin olası çözüm yollarının araştırılması aşamasını, 3 öğrencinin problemi belirleme aşamasını, 2 öğrencinin en uygun çözüm yolunun seçilmesi aşamasını ve 2 öğrencinin ise tüm aşamaları beğendikleri hakkında görüş bildirmiştir. Prototipin yapım aşamasını beğenen öğrenci görüşleri şu şekildedir: “*Prototipin yapılmasını beğendim çünkü eşyaları birleştirmek yeni ürün elde etmek çok eğlenceliydi (Ö1, Veri Kaynağı:Günlük).*” “*Prototipin yapılmasını beğendim çünkü kendimi bir mühendis olarak görüyordum (Ö3, Veri Kaynağı:Görüşme).*” “*Dördüncü aşamayı beğendim çünkü iş birliği yapınca çabucak bitirdik (Ö20, Veri Kaynağı:Görüşme).*” “*Dördüncü aşamayı beğendim çünkü prototipi yaparken aklıma yeni şeyler geliyordu (Ö24, Veri Kaynağı:Görüşme).*” “*Tasarımı yapmayı beğendim çünkü insan tasarımı yapınca seviniyor (Ö13, Veri Kaynağı:Görüşme).*” Prototipin test edilmesi aşamasını beğenen öğrenci görüşleri şu şekildedir: “*Prototipin test edilmesini beğendim çünkü gruplar arası rekabet vardı çok çatışmalı geçti (Ö4, Veri Kaynağı:Görüşme).*” “*Prototipin test edilmesi güzeldi çünkü başarılı olup olmayacağını çok merak ediyordum (Ö15, Veri Kaynağı:Görüşme).*” “*En çok prototipi test ettiğimiz aşamayı beğendim çünkü tasarımımızı sunduğumuz sırada tasarımımıza yapılan eleştirilere çok güzel cevaplar verdim ve savundum (Ö18, Veri Kaynağı:Günlük).*”

Olası çözüm yollarının “*Depo yaparken depoyu yapmak için çok araştırdık (Ö2, Veri Kaynağı:Görüşme).*” şeklindedir. Problemin belirlenmesi aşamasını beğenen örnek öğrenci ifadesi “*Birinci bölümü beğendim çünkü çok kolaydı (Ö22, Veri Kaynağı:Görüşme).*” şeklindedir. En uygun çözüm yolunun seçilmesi aşamasını beğenen örnek öğrenci ifadesi “*Problemin belirlenmesi aşamasını beğenmedim diğer aşamaları beğendim (Ö6, Veri Kaynağı:Görüşme).*” şeklindedir.

Öğrencilerin, ileride argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecine vakit ayırma isteğine ilişkin görüşlerine yönelik bulgular Çizelge 4.6’da verilmiştir.

Çizelge 4.6 İleride argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecine vakit ayırma isteğine ilişkin görüşleri

Kategoriler	Öğrenciler
Evet	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö17, Ö18, Ö19, Ö20, Ö22, Ö23, Ö24
Hayır	Ö16, Ö21, Ö25

Çizelge 4.6’da görüldüğü gibi 22 öğrenci ileride argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecine vakit ayırmak istediği, 3 öğrenci ise vakit ayırmak istemediği hakkında görüş bildirmiştir. Bazı öğrencilerin argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecine vakit ayırma isteğine ilişkin görüşleri aşağıda belirtilmiştir.

“İleride tekrar yapmak isterdim çünkü çok eğlenceli ve yeni bilgiler öğrendim (Ö4, Veri Kaynağı:Görüşme).”

“Evet ayırmak isterim çünkü hayallerim daha çok büyüdü (Ö14, Veri Kaynağı:Görüşme).”

“Hayır çünkü tasarım yapmak değil deney yapmak daha güzel (Ö21, Veri Kaynağı:Görüşme).”

Öğrencilerin, günlük yaşamda argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecini uygulamayı isteme durumuna yönelik görüşleri Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7 Argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecini uygulamayı isteme durumuna yönelik görüşleri

Kategoriler	Öğrenciler
Evet	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö18, Ö19, Ö20, Ö22, Ö23, Ö24, Ö25
Hayır	Ö8, Ö21

Çizelge 4.7’de görüldüğü gibi 23 öğrenci günlük yaşamda da argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecini uygulamak istediği, 2 öğrenci ise uygulamak istemediği hakkında görüş bildirmiştir. Bazı öğrencilerin argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecini günlük yaşamda uygulamak isteyip istemediklerine ilişkin görüşleri aşağıda belirtilmiştir.

“ Hayır, istemem (Ö8, Veri Kaynağı:Görüşme).”

“Kullanmazdım. Çünkü böyle aşamalar deneyler üzerinde geçerlidir (Ö21, Veri Kaynağı:Görüşme).”

Öğrencilerin, günlük yaşamda argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecini uygulamak isteme sebeplerine ilişkin görüşlerine ait bulgular Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.8 Öğrencilerin görüşlerine göre argümantasyona dayalı mühendislik tasarımını günlük yaşamda kullanma sebepleri

Kategoriler	Kodlar	Öğrenciler
Çözüm Odaklı Olma	Bozulan eşyaları tamir etme Sorunları çözme	Ö1, Ö6, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö25 Ö4, Ö5, Ö18, Ö19, Ö22 Ö23
Üretken Olma	Yeni ürün geliştirme Araştırma yapma İhtiyaçlarını üretme	Ö14, Ö24 Ö7 Ö13
Diğer	Eğlenceli olma Araştırma yapma	Ö2, Ö3, Ö7, Ö15, Ö17, Ö18, Ö22 Ö7

Çizelge 4.8’de görüldüğü gibi ortaokul öğrencilerinin günlük yaşamda argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecini uygulamak isteme sebeplerine ilişkin şu kategoriler ortaya çıkmıştır: Çözüm odaklı olma, üretken olma ve diğer.

Bozulan eşyaları tamir etme kodu altında örnek bir ifade *“Günlük yaşamda kullanmak isterim. Çünkü bisikletim bozulduğunda problemi belirleyip ihtiyacım olan eşyaları alıp yerleştirip bisikleti tamir ederim (Ö1, Veri Kaynağı:Görüşme).”* şeklindedir. Sorunları çözme kodu altında örnek bir ifade *“Kullanmak isterim çünkü karşılaştığım sorunları çözmek isterim (Ö4, Veri Kaynağı:Görüşme).”* şeklindedir. Yeni ürün geliştirme kodu altında örnek bir ifade *“Evet uygulamak isterim çünkü yeni şeyler keşfedebiliriz (Ö14, Veri Kaynağı:Görüşme).”* şeklindedir. İhtiyaçlarını üretme kodu altında örnek bir ifade *“İsterim çünkü uzak bir yerlere gittiğimde eğer termosum yanımda değilse kendime termos yapabilirim (Ö13, Veri Kaynağı:Görüşme).”* şeklindedir. Eğlenceli olma ve sorunları çözme kodları altında örnek ifade ise *“Hem eğlenceli geçtiği için hem de problemimize çözüm yolu bulup sorunumuzu çözdüğümüz için (Ö18, Veri*

Kaynağı: Görüşme).”şeklindedir. Araştırma yapma kodu altında örnek bir ifade “*Evet çünkü karşılaştığım problemin çözümü için internete bağlanarak nasıl yapılacağını öğrenirim sonrada yaparım (Ö7, Veri Kaynağı: Görüşme).*” şeklindedir.

4.2 Ortaokul Öğrencilerinin Argümantasyona Dayalı Mühendislik Tasarım Süreci Uygulamaları Hakkındaki Deneyimleri

Öğrenciler argümantasyona dayalı mühendislik tasarım süreci hakkındaki deneyimlerini günlükler ve görüşme soruları aracılığı ile ifade etmişlerdir. Elde edilen veriler içerik analizi yöntemiyle değerlendirilmesi sonucunda 9 temaya ulaşılmıştır: Argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinde öğrencilerin öğrenme durumları, argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinde grup çalışması yapma istekleri, argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinde karşılaşılan sorunlar, argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinde katkı sağlama durumu ve sağladığı katkılar, argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinin olumsuz yanlarının var olma durumu, varsa bu olumsuzlukların nedenleri, argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinde en çok zorlandıkları aşama, bu aşamalarda zorlanma sebebi ve zorlanılan kısımda neler yaptıkları. Bu temalara ilişkin bulgular aşağıda ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Öğrencilerin günlüklerinden elde edilen verilere göre Çizelge 4.9’da öğrenme temasına ait bulgular verilmiştir.

Çizelge 4.9 Argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinde öğrencilerin öğrenme durumu

Kategoriler	Kodlar	Öğrenciler
İşbirlikçi Düşünme Becerisinin Gelişimi	İş bölümü yapmayı öğrenme Grup çalışması yapmayı öğrenme Yardımlaşmayı öğrenme	Ö3, Ö9, Ö13, Ö14, Ö17, Ö22, Ö14, Ö17, Ö19, Ö20, Ö24, Ö12, Ö14, Ö18, Ö19, Ö20, Ö22, Ö25
Eleştirel Düşünme Becerisinin Gelişimi	Eleştiri yapmayı öğrenme	Ö13, Ö20
Analitik Düşünme Becerisinin Gelişimi	Farklı açılardan düşünmeyi öğrenme Ayrıntılara dikkat etmeyi öğrenme	Ö14 Ö5
Stratejik Düşünme Becerisinin Gelişimi	Planlama yapmayı öğrenme	Ö14

Öğrenme temasına yönelik 4 kategori ortaya çıkmıştır: İşbirlikçi düşünme becerisinin gelişimi (n=18), eleştirel düşünme becerisinin gelişimi (n=2), analitik düşünme becerisinin gelişimi (n=2) ve stratejik düşünme becerisinin gelişimi (n=3).

Ö1,Ö2, Ö4, Ö6, Ö7, Ö8, Ö10, Ö11, Ö15, Ö16, Ö21 ve Ö24 kodlu öğrenciler ise öğrenme temasına ilişkin herhangi bir görüş belirtmemiştir. Öğrenciler eleştiri yapmayı öğrendiklerini, grup çalışması yapmayı öğrendiklerini, yardımlaşmayı öğrendiklerini, iş bölümü yapmayı öğrendiklerini, farklı açılardan düşünmeyi öğrendiklerini, ayrıntılara dikkat etmeyi öğrendiklerini ve planlama yapmayı öğrendiklerini ifade etmişlerdir. İş bölümü yapmayı öğrenme kodu altında örnek ifadeler *“Yaptığımız etkinlikte birlikten kuvvet doğduğunu ve arkadaşlarımla içinde bir mühendis olduğumu hissettim (Ö3, Veri Kaynağı:Günlük).”* *“Ben grubun malzeme alıcısı olduğum için gidip ihtiyacımız olan malzemeleri aldım ve arkadaşlarımla iş bölümü yaparak gemiyi yapmaya başladık (Ö19, Veri Kaynağı:Görüşme).”* *“Arkadaşlarımla iş birliği yapmayı öğrendim ve iş birliğinin güzel olduğunu fark ettim (Ö20, Veri Kaynağı:Görüşme).”* *“Prototipi yapmaya başlayınca kendi aramızda iş bölümü yaptık (Ö24, Veri Kaynağı:Görüşme).”* şeklindedir. Grup çalışması yapmayı öğrenme kodu altında örnek öğrenci ifadeleri *“Arkadaşlarımla el ele vererek zorlukları atlattık (Ö12, Veri Kaynağı:Görüşme).”* *“Bence arkadaşlarımla güzel bir grup çalışması yaptık (Ö18, Veri Kaynağı:Görüşme).”* *“Tasarımda en çok hep beraber gemiyi yapmamız hoşuma gitti (Ö19, Veri Kaynağı:Görüşme).”* *“Bu etkinlikler beraber grup çalışması nasıl yapılmış onu da öğrenmiş olduk (Ö20, Veri Kaynağı:Görüşme).”* *“Prototipin yapılması aşamasında grubun hepsi yardımda bulundu grup çalışmasını sevdim (Ö22, Veri Kaynağı:Görüşme).”* şeklindedir. Eleştiri yapmayı öğrenme kodu altında örnek ifadeler *“Sunum yaptıktan sonra birbirimizi eleştirdik (Ö13).”* *“Gemimiz battığı için eleştirdiler ama hak da ettik (Ö20, Veri Kaynağı:Görüşme).”* şeklindedir. Farklı açılardan düşünmeyi öğrenme ve planlama yapmayı öğrenme kodlarına örnek ifade *“Birlik ve beraberlik içinde çalışmayı birlikte tartışma yapmayı öğrendim. Yaptığım çalışmada düşüncelerim daha çok gelişti, merak etmeyi ve düşünmeyi öğrendim (Ö14, Veri Kaynağı:Görüşme).”* şeklindedir. Ayrıntılara dikkat etmeyi öğrenme kodu altında örnek bir ifade *“Bu projeden öğrendiklerim tüm tasarımlarda en ince ayrıntısına kadar dikkat etmeyi öğrendim (Ö5, Veri Kaynağı:Görüşme).”* şeklindedir.

Öğrencilerin günlüklerinde yer alan ifadelere göre elde edilen diğer bir tema grup çalışması yapma isteğidir. Çizelge 4.10’da bu temaya ait veriler gösterilmiştir.

Çizelge 4.10 Öğrencilerin deneyimlerine göre argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinde grup çalışması yapma isteği

Kategoriler	Kodlar	Öğrenciler
Grup Çalışması Yapmak İsteyenler	Grup çalışması yapmaktan memnun oldukları ve grup arkadaşlarıyla anlaştıkları için	Ö2, Ö3, Ö4, Ö6, Ö7, Ö12, Ö16, Ö17, Ö19, Ö22, Ö24
Grup Çalışması Yapmak İstemeyenler	Kendi fikrini yapmak için Grup arkadaşlarından çok eleştiri aldığı için Grup arkadaşlarıyla anlaşamadığı için	Ö1, Ö14, Ö15, Ö25 Ö5 Ö21

Bu temaya yönelik 2 kategori ortaya çıkmıştır: Grup çalışması yapmak isteyenler (n=11), grup çalışması yapmak istemeyenler (n=6). Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö13, Ö18, Ö20 ve Ö23 kodlu öğrenciler isedeneyimleri sonucunda grup çalışması yapmak isteyip istememeye ilişkin herhangi bir görüş belirtmemiştir. Grup çalışması yapmak isteyen öğrenciler, grup çalışması yapmaktan memnun oldukları ve grup arkadaşlarıyla anlaştıkları için grup çalışması yapmak istediklerini ifade etmişlerdir. Grup çalışması yapmak istemeyenler kategorisinde kendi fikirlerini yapmak için istememe koduna ait örnek ifade “*Grup çalışması yapmak istemezdim çünkü kendi istediğim şeyleri ekleyip yapmak için (Ö25, Veri Kaynağı:Görüşme).*” şeklindedir. Grup arkadaşlarından çok eleştiri aldığı için koduna ait örnek öğrenci ifadesi “*Grup çalışması yapmak istemezdim çünkü beni çok eleştiriyorlardı (Ö5, Veri Kaynağı:Görüşme).*” şeklindedir. Grup arkadaşlarıyla anlaşamadığı için koduna ait örnek cümle “*Grup çalışması yapmak istemezdim çünkü çok bağıyorlar dinlemiyorlar (Ö21, Veri Kaynağı:Görüşme).*” şeklindedir.

Öğrencilerin, günlüklerinde yer alan ifadelere göre oluşturulan bir diğer tema ise bu süreçte yaşadıkları sorunlardır. Bu temaya ait veriler Çizelge 4.11’de ayrıntılı olarak verilmiştir.

Çizelge 4.11 Öğrencilerin deneyimlerine göre argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinde ortaya çıkan sorunlar

Kategoriler	Kodlar	Öğrenciler
İşbirliği Yapmada Sorun Yaşama	Fikir Birliği Sağlanamaması	Ö1, Ö3, Ö4, Ö5, Ö7, Ö8, Ö9, Ö15, Ö21, Ö22, Ö24, Ö25
Zamanı Ayarlama Sorun Yaşama	Belirtilen Süreye Uygun Hareket Edememe	Ö7, Ö15, Ö17, Ö22
Araç-Gereç Seçmede Sorun Yaşama	Verilen Malzeme Sayısının Kısıtlı Olması	Ö3, Ö8, Ö22, Ö25

Bu temaya yönelik 3 kategori ortaya çıkmıştır: İşbirliği yapmada sorun yaşama (n=12), zamanı ayarlama sorun yaşama (n=4), araç-gereç seçmede sorun yaşama (n=4). Ö2, Ö6, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö16 Ö18, Ö19, Ö20 ve Ö23 kodlu öğrenciler ise yaşadıkları sorunlara ilişkin herhangi bir görüş belirtmemiştir. Ortaya çıkan sorunları öğrenciler şöyle ifade etmişlerdir: Fikir birliği sağlanamaması, belirtilen süreye uygun hareket edememe, verilen malzeme sayısının kısıtlı olması. Fikir birliği sağlanamaması kodu altında örnek ifadeler *“Grubumdaki arkadaşlarımla gemide yelken olsun mu olmasın mı konusunda fikir ayrılığı yaşadım (Ö1, Veri Kaynağı:Görüşme).”* *“Grubumdaki arkadaşlarımla geminin çelikten yapılması konusunda fikir ayrılığı yaşadım (Ö3, Veri Kaynağı:Günlük).”* *“Arkadaşlarımla yağlı kağıt konusunda fikir ayrılığım oldu (Ö4, Veri Kaynağı:Günlük).”* *“Yaparken fazla malzeme aldığımızı fark ettik ve malzeme konusunda arkadaşlarımla fikir ayrılığı yaşadım (Ö5, Veri Kaynağı:Görüşme).”* *“Arkadaşlarımla gemiye bayrak yapıp yapmama konusunda tartıştık (Ö9).”* *“Çatı yapıp yapmama konusunda anlayamadık (Ö21, Veri Kaynağı:Günlük).”* Belirtilen süreye uygun hareket edememe kodu altında örnek cümleler *“Bize verilen süre iki ders saatiydi ama bu süreyi aştık ve dört ders saati sürede bitirdik (Ö7, Veri Kaynağı:Görüşme).”* *“Bizim gemimiz belirtilen süre içerisinde yetişmedi bu yüzden hoca bize ek süre verdi (Ö17, Veri Kaynağı:Görüşme).”* şeklindedir. Verilen malzeme sayısının kısıtlı olması kodu altında örnek cümleler *“Etkinlikte iki tane pervane olmaması ve fazla motor bulunmaması beni üzdü (Ö3, Veri Kaynağı:Görüşme).”* *“Bize silikon kalmadı bizde bantlamaya karar verdik (Ö25, Veri Kaynağı:Günlük).”* *“Prototip yapılırken 1 malzemedan fazla malzeme alamadık (Ö8, Veri Kaynağı:Görüşme).”* şeklindedir.

Öğrencilerin, deneyimlerine göre argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinin katkı sağlama durumuna ilişkin bulgular Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.12 Argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinin katkı sağlama durumuna ait deneyimleri

Kategoriler	Öğrenciler
Evet	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö18, Ö19, Ö20, Ö22, Ö23, Ö24, Ö25
Hayır	Ö21

Çizelge 4.12’de görüldüğü gibi 24 öğrencinin argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinin katkı sağladığını, 1 öğrencinin ise bu sürecin katkı

sağlamadığı hakkında görüş bildirmiştir. Bazı öğrencilerin argümantasyona dayalı mühendislik tasarım süreci etkinliklerinin katkı sağlama durumuna ait deneyimleri aşağıda belirtilmiştir.

“Evet katkısı oldu çünkü yeni bir şeyler öğrendim ve kendime güvenmem arttı (Ö2, Veri Kaynağı:Görüşme).” Katkı sağlamadığını düşünen ve kavga ettiklerini söyleyen öğrencinin ifadesi şu şekildedir: *“Hayır olmadı. Çünkü öğretmenimiz gittikten sonra kavga çıkıyordu (Ö21, Veri Kaynağı:Görüşme).”*

Öğrencilerin, deneyimlerine göre argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinin sağladığı katkılara ilişkin bulgular Çizelge 4.13’de verilmiştir.

Çizelge 4.13 Argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinin sağladığı katkılar

Kategoriler	Kodlar	Öğrenciler
İletişim	Fikir alışverişi yapılmasını sağlaması Arkadaşlarla iletişimin artması	Ö13, Ö14 Ö5
Araştırma	Yeni bilgilerin öğrenilmesi Araştırma yapma isteğinin artması	Ö2, Ö9, Ö16, Ö20, Ö24 Ö10
Problem Çözme	Problem çözme yeteneğinin keşfedilmesi Problem çözme becerisini geliştirmesi	Ö12, Ö14, Ö17, Ö19 Ö22
Grup Çalışması	Tartışma ortamı oluşturması Grup çalışması yapmayı öğretmesi	Ö8, Ö11 Ö3
Diğer	Kendini özgüvenli hissetmesi Gündelik hayatı kolaylaştırması Tasarım yapmaya olan ilginin artması Hatalarını fark etmeyi sağlaması Kendini savunabilme yeteneğinin artması	Ö2, Ö3, Ö7, Ö19, Ö25 Ö1, Ö6, Ö23 Ö4, Ö19 Ö15 Ö18

Çizelge 4.13’de görüldüğü gibi ortaokul öğrencilerinin deneyimleri doğrultusunda argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinin sağladığı katkılara yönelik şu kategoriler ortaya çıkmıştır: İletişim, araştırma, problem çözme, grup çalışması ve diğer. Bazı öğrencilerin argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinin sağladığı katkılara ilişkin deneyimleri aşağıda belirtilmiştir. Fikir alışverişi yapılmasının sağlanması kodu altında örnek öğrenci ifadesi *“Arkadaşlarımla tartışma bilgi alışverişi yapmak çok ama çok eğlenceliydi (Ö14, Veri Kaynağı:Günlük).”* şeklindedir. Arkadaşlarla iletişimin artması kodu altında örnek öğrenci ifadesi *“Arkadaşlarımla aramdaki iletişim iyi olmaya başladı (Ö5, Veri Kaynağı:Görüşme).”* şeklindedir. Yeni bilgilerin öğrenilmesi kodu altında örnek öğrenci ifadesi *“Gemi nasıl batmadan yüzer, termos nasıl sıcak tutar, ısı yalıtımlı depo nasıl yapılır, rüzgar türbini*

nasıl çalışır gibi yeni bilgiler öğrendim (Ö24, Veri Kaynağı:Görüşme). "şeklindedir. Araştırma yapma isteğinin artması kodu altında örnek öğrenci ifadesi *"Evet, çok araştırdık (Ö10, Veri Kaynağı:Görüşme)."* şeklindedir. Problem çözme yeteneğinin keşfedilmesi, tasarım yapmaya olan ilginin artması ve kendini özgüvenli hissetmesi kodları altında örnek öğrenci ifadesi *"Problem çözme yeteneğimi keşfettim, çok öz güvenli oldum ve tasarım yapmayı öğrendim ve geliştirdim (Ö19, Veri Kaynağı:Görüşme)."* şeklindedir. Problem çözme becerisinin gelişmesi kodu altında örnek öğrenci ifadesi *"Evet problem çözme becerim arttı (Ö22, Veri Kaynağı:Görüşme)."* şeklindedir. Tartışma ortamının oluşturulması kodu altında örnek öğrenci ifadesi *"Bir şey yaparken daha çok tartıştık ve tartışmak bize yarar sağladı (Ö11, Veri Kaynağı:Görüşme)."* şeklindedir. Grup çalışması yapmayı öğretmesi kodu altında *"Kendimi çok öz güvenli hissettim ve arkadaşlarımla çok iyi geçindik (Ö3, Veri Kaynağı:Görüşme)."* şeklindedir. Gündelik hayatı kolaylaştırması kodu altındaki örnek öğrenci ifadesi *"Büyüdüğümüzde evimize de ısı yalıtımı yapabiliriz (Ö23, Veri Kaynağı:Görüşme)."* şeklindedir. Hatalarını fark etmeyi sağlaması kodu altında örnek öğrenci ifadesi şeklindedir. Kendini savunabilme yeteneğinin artması kodu altında örnek öğrenci ifadesi *"Evet sağladı çünkü diğer gruplar bizim çalışmamıza eleştiride bulduklarında eleştiriye cevap verirken kendimizi savunma yeteneğimiz artıyor (Ö18, Veri Kaynağı:Görüşme)."* şeklindedir.

Öğrencilerin deneyimleri sonucunda argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinin olumsuz yanlarının var olma durumuna yönelik bulgular Çizelge 4.14'de verilmiştir.

Çizelge 4.14. Argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinin olumsuz yanlarının var olma durumu

Kategoriler	Öğrenciler
Hayır	Ö1, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö18, Ö19, Ö20, Ö21, Ö22, Ö23, Ö25
Evet	Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö24

Çizelge 4.14'de görüldüğü gibi 20 öğrencinin ise bu sürecin olumsuz yanları olmadığını, 5 öğrencinin ise argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinin olumsuz yanları olduğu hakkında görüş bildirmiştir. Bazı öğrencilerin argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinin olumsuz yanları olup olmamasına ilişkin görüşleri aşağıda belirtilmiştir.

"Var, grup arkadaşlarım bana hiç hak vermediler (Ö3, Veri Kaynağı:Görüşme)."

“Yok, çünkü çok güzeldi (Ö17, Veri Kaynağı:Görüşme).”

Öğrencilerin deneyimlerine göre argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinin olumsuz yanlarına ait bulgular Çizelge 4.15’de verilmiştir

Çizelge 4.15 Argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinde öğrencilerin deneyimlerine göre olumsuzluklar

Kategoriler	Kodlar	Öğrenciler
Ürün Tasarımı Sürecinden Kaynaklı Olumsuzluklar	Prototipin yanlış yapılması Prototipin yapım aşamasının zor olması Bazı aşamaların sıkıcı olması	Ö2, Ö24 Ö5 Ö4
Grup İçi İletişimden Kaynaklı Olumsuzluklar	Grupta fikir ayrılıklarının yaşanması	Ö3

Çizelge 4.15’de görüldüğü gibi ortaokul öğrencilerinin deneyimleri doğrultusunda argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinin olumsuz yanlarına yönelik şu kategoriler ortaya çıkmıştır: Ürün tasarımından kaynaklı olumsuzluklar ve grup içi iletişimden kaynaklı olumsuzluklar. Ürün tasarım sürecinden kaynaklı olumsuzluklar kategorisinde üç farklı kod oluşturulmuştur. Prototipin yanlış yapılması kodu altında örnek öğrenci ifadeleri *“Var, termos yaparken üzerine adımızı yazmamalıydık (Ö24, Veri Kaynağı:Günlük).Var, geminin iskeletini dil çubuğundan yapmamalıydım (Ö2, Veri Kaynağı:Günlük).”* şeklindedir. Prototipin yapım aşamasının zor olması kodu altında örnek öğrenci ifadesi *“Vardı, prototipin yapım süreci zordu (Ö5, Veri Kaynağı:Görüşme).”* şeklindedir. Bazı aşamaların sıkıcı olması kodu altında örnek öğrenci ifadesi *“Var, biraz sıkılıyordum (Ö4, Veri Kaynağı:Görüşme).”* şeklindedir. Grup içi iletişimden kaynaklı olumsuzluklar kategorisinde bulunan grupta fikir ayrılıklarının yaşanması kodu altında örnek öğrenci ifadesi *“Var, grup arkadaşlarım bana hiç hak vermediler (Ö3, Veri Kaynağı:Görüşme).”* şeklindedir.

Öğrencilerin, deneyimleri neticesinde argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinde en çok zorlandıkları aşamaya yönelik bulgular Çizelge 4.16’da verilmiştir.

Çizelge 4.16’da görüldüğü gibi ortaokul öğrencilerinin görüşleri doğrultusunda argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinde en çok zorlandıkları aşamaya yönelik şu kategoriler ortaya çıkmıştır: Problemin belirlenmesi aşamasında zorlanma, olası çözüm yollarının araştırılması aşamasında zorlanma, en uygun çözüm yolunun seçilmesi aşamasında zorlanma, prototipin yapılması aşamasında zorlanma ve prototipin test edilmesi aşamasında zorlanma. Problemin belirlenmesinde zorlanma kodu altında

örnek öğrenci ifadesi “*Problemi belirlerken zorluk çektim (Ö13, Veri Kaynağı:Görüşme).*” şeklindedir.

Çizelge 4.16 Öğrencilerin denetimleri sonucu mühendislik tasarım sürecinde en çok zorlandıkları aşama

Kategoriler	Kodlar	Öğrenciler
Problemin Belirlenmesi Aşamasında Zorlanma	Problemin belirlenmesinde zorlanma	Ö13, Ö15, Ö17
Olası Çözüm Yollarının Araştırılması Aşamasında Zorlanma	Çözüm yollarının araştırılmasında zorlanma	Ö1, Ö3, Ö8, Ö24
En Uygun Çözüm Yolunun Seçilmesi Aşamasında Zorlanma	Grupça karar vermekte zorlanma Çözüm yolu seçerken tartışma	Ö2, Ö19, Ö20, Ö24 Ö10, Ö11, Ö14, Ö15
Prototipin Yapılması Aşamasında Zorlanma	Belirtilen süreye uygun hareket edememe Motoru çalıştırmakta zorlanma Grup üyelerinden yardım alamama Çizime uygun tasarım yapamama Rüzgar türbini yapımında zorlanma Prototip yaparken yanlış malzeme seçme Deponun etrafını kaplamakta zorlanma	Ö5, Ö18, Ö22 Ö12, Ö13, Ö15 Ö25 Ö4 Ö7 Ö16 Ö21
Prototipin Test Edilmesi Aşamasında Zorlanma	Prototipin denemesinde zorlanma	Ö6, Ö23

Çözüm yollarının araştırılmasında zorlanma kodu altında öğrenci ifadesi “*Ne yaparsam işe yarar, problemi çözebilirim diye araştırma yaparken zorlandım (Ö1, Veri Kaynağı:Görüşme).*” şeklindedir. Grupça karar verirken zorlanma kodu altında örnek bir ifade “*Üçüncü aşamada zorlandım. Çünkü aramızda bir türlü karar veremiyorduk (Ö2, Veri Kaynağı:Görüşme).*” şeklindedir. Çözüm yolu seçerken tartışma kodu altında örnek bir ifade “*En uygun çözüm yolunu seçerken karar verme matrisinde çok tartıştık (Ö10, Veri Kaynağı:Görüşme).*” şeklindedir. Belirtilen süreye uygun hareket edememe kodu altında örnek bir ifadeleri “*Yapım aşamasında zorlandım çünkü silikon elime ve koluma yapıştı ayrıca silikon geç eridiği için süremiz azalıyordu (Ö5, Veri Kaynağı:Görüşme).*” “*En çok prototipi yaparken zorlandım. Çünkü gemiyi yaparken yetiştiremedik zamanında bitiremedik bu sebeple diğer prototiplerin yapımında da hep kaygılandım (Ö18, Veri Kaynağı:Görüşme).*” şeklindedir. Grup üyelerinden yardım alamama kodu altında örnek bir ifade “*Prototipi yaparken zorlandım çünkü tek başıma yapamazdım arkadaşlarıma ihtiyacım vardı arkadaşlarım yardım etmede geciktiler (Ö25, Veri Kaynağı:Günlük).*” şeklindedir. Çizime uygun tasarım yapamama kodu altında örnek bir ifade “*Prototipi yaparken zorlandım çünkü kağıttaki çizime uygun yapamadım (Ö4, Veri Kaynağı:Görüşme).*” şeklindedir.

Öğrencilerin, argümantasyona dayalı mühendislik tasarım süresince zorlandıkları kısımlarda neler deneyimlediklerine yönelik bulgular Çizelge 4.17’de verilmiştir.

Çizelge 4.17 Öğrencilerin mühendislik tasarım süresince zorlandıkları kısımlardaki deneyimleri

Kategoriler	Kodlar	Öğrenciler
Grup Arkadaşlarından Destek Alma	Tartışarak çözme İş bölümü yapma Arkadaşından yardım alma	Ö15, Ö16, Ö19, Ö20, Ö23, Ö24 Ö5, Ö18, Ö21 Ö12, Ö21, Ö25
Öğretmenden Destek Alma	Öğretmenden yardım alma	Ö13, Ö17
Destek Almadan Bireysel Çözme	Farklı yöntem deneme Tekrardan yapma Daha çok araştırma yapma Farklı malzeme kullanma	Ö8, Ö14 Ö2 Ö3 Ö6

Çizelge 4.17’de görüldüğü gibi ortaokul öğrencilerinin deneyimleri doğrultusunda argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinde zorlandıkları kısımda neler yaptıklarına ilişkin görüşlerine yönelik şu kategoriler ortaya çıkmıştır: Grup arkadaşlarından destek alma, öğretmenden destek alma, destek almadan bireysel çözme. Tartışarak çözme kodu altında örnek bir ifade “*Bazı anlaşmazlıklar yaşadığımız için tartıştık (Ö15, Veri Kaynağı:Görüşme).*” şeklindedir. İş bölümü yapma kodu altında örnek bir ifade “*İş bölümü yaparak zaman kazandık (Ö5, Veri Kaynağı:Görüşme).*” şeklindedir. Arkadaşından yardım alma kodu altında örnek ifade “*Kablolari birleştirmede zorlandım arkadaşlarım bana yardım etti (Ö12, Veri Kaynağı:Görüşme).*” şeklindedir. Öğretmenden yardım alma kodu altında örnek bir ifade “*Öğretmenimizden yardım isteyip onun bize dediğini yaptık (Ö13, Veri Kaynağı:Görüşme).*” şeklindedir. Farklı yöntem deneme kodu altında örnek bir ifade “*Pervaneyi çalıştırırken zorlandığımız için arkadaşlarımızla pervaneyi çıkartmayı düşündük ve çıkarttık (Ö8, Veri Kaynağı:Günlük).*” şeklindedir. Tekrardan yapma kodu altında örnek bir ifade “*Motoru çalıştırmak için telleri birleştirdiğim esnada zorlandım bir çok kez denedim (Ö2, Veri Kaynağı:Günlük).*” şeklindedir. Daha çok araştırma yapma kodu altında örnek bir ifade “*Çok araştırıp problemi çözdüm (Ö3, Veri Kaynağı:Görüşme).*” şeklindedir. Farklı malzeme kullanma kodu altında örnek bir ifade “*Pilsiz yaptığımızda zorlandık sonra pil taktık güzel oldu (Ö6, Veri Kaynağı:Günlük).*” şeklindedir.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

5.1 Sonuçlar

Bu kısımda gerçekleştirilen araştırmanın alt problemlerine ilişkin ulaşılan sonuçlara yer verilmiştir. Yapılacak olan yeni çalışmalar içinde öneriler bu kısımda yer almaktadır.

5.1.1 Argümantasyona dayalı mühendislik tasarım süreciyle ilgili öğrenci görüşlerine ilişkin sonuçlar

Araştırmanın birinci alt problemi gerçekleştirilen argümantasyona dayalı mühendislik tasarım süreci etkinlikleri hakkında öğrenci görüşlerinin neler olduğunun belirlenmesine yöneliktir. Bu alt probleme cevap bulmak amacıyla öğrencilerle yarı yapılandırılmış görüşme gerçekleştirilmiş ve öğrenci günlüklerinden yararlanılmıştır. Öğrencilerin argümantasyona dayalı mühendislik tasarım uygulamaları ile ilgili olumlu ve olumsuz görüşleri bu kısımda ayrı ayrı incelenmiştir.

Yapılan görüşmeler analiz edildiğinde yaygın olarak öğrencilerin belirttikleri görüş; argümantasyona dayalı mühendislik tasarım temelli etkinlikleri beğendikleri yönündedir. Beğenmelerinin birçok sebebi olsa da en çok söyledikleri sebep eğlendikleri için beğendikleri (n=13) olmuştur. Benzer şekilde, Gök (2019) de 7. sınıf öğrencileriyle gerçekleştirdiği mühendislik tasarım süreci etkinliklerinin öğrencilerin eğlenceli bulunduğunu belirtmiştir. Gülen (2016) ortaokul 6. sınıf öğrencileriyle bu çalışmadan farklı bir ünite de gerçekleştirdiği argümantasyona dayalı mühendislik tasarım çalışmasında odak grup görüşmesi gerçekleştirerek öğrencilerin dersi daha eğlenceli buldukları ve sosyalleşmelerini artırdığı sonucuna ulaşmıştır.

Öğrencilerin kendilerini bir mühendis gibi hissetmeleri de bu süreci beğenmelerini sağlamıştır. Gencer (2015) yaptığı çalışmada öğrencilerin mühendis gibi düşündükleri için mühendislikle ilgili kariyer bilincinin arttığını tespit etmiştir. Aynı şekilde Chu ve ark. (2019) ortaokul öğrencileriyle gerçekleştirdiği argümantasyona dayalı mühendislik tasarım çalışmalarında mühendislik ilgilerinin arttığını tespit etmiştir. Öğrenciler her hafta değişen farklı mühendislik tasarım etkinlikleri sayesinde kendilerini her hafta farklı bir mühendis yerine koyarak probleme çözüm bulmuşlardır. Bu durum mühendisliğe olan ilgilerini artırmış olabilir.

Öğrencilerin diğer beğenme nedenleri arasında grup çalışması gerçekleştirmeleri etkili olmuştur. Özer (2005) gerçekleştirdiği çalışmasında grup çalışmalarıyla yapılan iş

birliği içerisinde yürütölen derslerin öğrencilerin motivasyonunu artırdığı sonucuna ulaşmıştır. Mühendislik tasarım sürecine argümantasyonun dahil edilmesiyle yapılan çalışmada grup içi ve gruplar arası tartışmalar gerçekleşmiştir. Öğrencilerin argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecini beğenmelerinin bir diğer sebebi etkinlikleri tartışmaları ve etkinliklerle ilgili fikir alışverişi sağlamalarıdır. Böylece öğrenciler süreç içerisinde aktif rol almışlardır. Mathis ve ark. (2017) gerçekleştirmiş olduğu çalışmada argümantasyonu tasarım sürecine dahil etmenin iletişim için faydalı olduğunu görmüştür.

Ayrıca öğrenciler sürecin her aşamasında aktif rol oynadıkları için öğrencilerin özgüvenlerinde artış olduğu görüşünü bildirmişlerdir. Böylece öğrencilerin özgüveni, kendini ifade edebilme yeteneği, kendini savunma yeteneği artmıştır. Öğrenciler bu çalışma sayesinde özgüvenlerinde artış olduğunu ve kendilerini geliştirdiklerini ifade etmişlerdir. Öğrenciler kendi görüşlerini grup arkadaşlarına kabul ettirmeye çalışırken gruplar her görüşü dinleyerek ortak bir karara varmışlardır. Bu durum öğrencilerin gruba olan aidiyet duygusunu, grup dayanışmasını, karar verme becerilerini ve özgüvenlerini artırmış olabilir. Benzer şekilde Yıldırım ve Türk (2018) tasarım temelli gerçekleştirdiği çalışmasında sınıf öğretmeni adaylarının özgüvenlerinin artmış olduğu sonucuna ulaşmıştır. Bozkurt (2014) ise öğretmen adaylarıyla yaptığı mühendislik tasarım temelli çalışmasında öğrencilerin karar verme becerilerini artırdığı sonucuna ulaşmıştır. Aynı şekilde Ercan ve Bozkurt (2013) ortaokul öğrencileriyle yaptığı mühendislik tasarım uygulamalarının öğrencilerde karar verme becerisini geliştirdiğini görmüştür. Ayaz (2019) öğretmen adaylarıyla yaptığı mühendislik tasarımı çalışmasında odak grup görüşmesi yaparak veri toplamış ve öğrencilerin karar verme becerilerinin artığı sonucuna ulaşmıştır. En uygun çözüm yolunun seçilmesinde karar verme matrislerinin kullanılması karar verme becerisinin gelişmesine katkı sağlamış olabilir.

Argümantasyona dayalı mühendislik tasarım süreci uygulamaları gerçekleştirilirken öğrencilerde bir takım duygular gelişmiştir. Endişe duyma bu duyguların içerisinde en çok hissedilen (n=14) duygu olmuştur. Öğrenciler prototipin test edilmesi aşamasında bir takım sebeplerden dolayı endişe ve korku duymuşlardır. Bu sebeplerin en başında prototipi test ederken prototipin başarısız olma ihtimalinden kaynaklandığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu durum, gruplar arası rekabetin, başarma arzusunun ve problem çözmeye olan isteğin fazla olduğunun göstergesidir. Bu çalışmada olduğu gibi ortaokul öğrencileriyle yapılan diğer çalışmalarda da (Ceylan,

2014; Peybay, 2017; Şen, 2018; Uzel, 2019; Doğan, 2020) problem çözme becerisinde artış olduğu sonucuna ulaşmıştır. MEB 2023 Eğitim Vizyonu belgesinde tasarım beceri atölyelerinin düzenlenerek öğrencilerin problem çözme becerilerini artırmayı hedeflediklerini belirtmiştir (MEB, 2023). Geliştirdiği diğer bir duygu ise prototipin yapım ve test edilmesi aşamasında heyecan duymalarıdır. Duydukları bu heyecan derse olan motivasyonlarında büyük ölçüde artış sağlamıştır. Ercan ve Şahin (2015) de 7. sınıf öğrencileriyle mühendislik uygulamaları gerçekleştirerek bu uygulamaların öğrenci motivasyonunu yükselttiği sonucuna ulaşmıştır. Mühendislik tasarım süreci etkinliklerinin dersteki motivasyonu artırdığına dair birçok çalışma (Ercan ve Şahin, 2015; Yasak, 2017) bulunmaktadır. Öğrencilerde yarattığı diğer duygular ise prototipin test ediliş aşamasında korkma ve üzüntü duymaktır. Öğrenciler prototiplerinin başarısız olma ihtimallerinden korkmuş başarısız olan gruplar üzülmüştür.

Öğrencilerin çoğunluğu en çok eğlendikleri aşamanın prototipin yapım aşaması olduğu hakkında görüş belirtmişlerdir. Görüşme sorularına verdikleri cevaplar, öğrencilerin aktif katılım sağlamanın sonucunda uygulanan etkinlikleri eğlenceli bulduklarını göstermektedir. Bazı çalışmalar öğrencilerin iş birliği içerisinde ve yüksek motivasyonla çalışması için mühendislik tasarım sürecine argümantasyonun dahil edilmesi gerektiğini söylemektedir (Tozlu ve ark., 2019; Tuğ, 2020). Prototipin yapım aşamasında tüm öğrenciler bu sürece dahil olmuş herhangi bir dış müdahalede bulunulmamıştır. Prototipin test edilmesi aşamasını beğenen öğrenciler prototipin başarı sonucunu merak ettikleri için daha çok eğlendiklerini ifade etmişlerdir. Soysal'in (2019) dediği gibi gerçek yaşamdaki problemlere çözüm aramak öğrencilerin merak duygusunu artırarak sürece aktif katılım göstermesine sebep olmaktadır. Problemin belirlenmesi aşamasını hiçbir öğrenci eğlenceli bulmamasına rağmen birkaç öğrenci bu aşamayı kısa sürdüğü ve kolay olduğu için beğendiklerini söylemişlerdir. Bu aşamanın eğlenceli olmamasının sebebi bireysel gerçekleştirilmesi ve destek materyellerinin kullanılması olabilir. Çünkü olası çözüm yollarının araştırılması aşamasında akıllı tahta kullanabildikleri için bir öğrenci tarafından eğlenceli bulunmuştur. Öğrencilere en çok hangi mühendislik tasarım aşamasını beğendikleri sorulduğunda en çok (n=13) prototipin yapım aşaması demişlerdir.

Öğrencilerin çoğunluğu (n=23) argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecini günlük hayatta kullanmak istediklerine dair görüşlerini söylerken yalnızca iki öğrenci kullanmak istemediklerini söylemiştir. Bu sonuç; öğrencilerin günlük hayattaki problemlerin mühendislik tasarım süreçleriyle çözülebileceklerini kavradıklarını

gösterir. Görüşme sorularına verdikleri cevaplar, çözüm odaklı ve üretken oldukları için bu süreci günlük hayatta kullanmak istediklerini göstermektedir. Bu kapsamda, argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinin üretkenliği ve çözüm üretmeyi geliştirdiği sonucuna ulaşabiliriz. Demirel (2021) de argümantasyon destekli mühendislik uygulaması çalışmasında öğrencilerin çözüm üretme becerilerinin arttığı hakkında görüş bildirdiğini ifade etmiştir. Tuhtakaya (2019) öğrencilerin mühendislik tasarım uygulamaları ile günlük hayattaki problemlere ilginin arttığını ve bu problemleri çözmek için yaratıcı düşünme yeteneklerinin artış gösterdiğini gözlemlemiştir.

5.1.2 Argümantasyona dayalı mühendislik tasarım süreciyle ilgili öğrenci deneyimlerine ilişkin sonuçlar

Araştırmanın ikinci alt problemi gerçekleştirilen argümantasyona dayalı mühendislik tasarım süreci etkinlikleri hakkında öğrenci deneyimlerinin belirlenmesine yöneliktir. Bu alt probleme cevap bulmak amacıyla öğrencilerle yarı yapılandırılmış görüşme gerçekleştirilmiş ve öğrenci günlüklerinden yararlanılmıştır.

Görüşme esnasında bazı öğrenciler prototipi yaparken akıllarına yeni fikirler geldiğini söylemişlerdir. Bu durum öğrencilerde düşünme becerisinin geliştiğini, özgün fikirler üretebildiklerini ve yaratıcılıklarının arttığını ortaya koymaktadır. Benzer şekilde, Tuğ (2020) argümantasyonla yapılan mühendislik tasarım sürecinde öğrencilerin daha üst düzey düşünebildiklerini bu sayede daha iyi prototipler yaptıklarını bulmuştur. Bozkurt (2014) da çalışmasını öğretmen adaylarıyla gerçekleştirmiş ve mühendislik tasarım sürecinin yeni fikirler üretmeyi ilerlettiği sonucuna ulaşmıştır. Ceylan (2014) ortaokul öğrencileriyle gerçekleştirdiği FeTeMM uygulamaları sonucunda yaratıcılıklarının artmış olduğunu görmüştür. Baydar ve Acar (2018) 7. sınıf öğrencilerine argümantasyona dayalı FeTeMM uygulamaları yaptırmış ve uygulama sonucunda öğrencilerin yaratıcılıklarının artmış olduğu sonucuna ulaşmıştır. Alanyazındaki diğer çalışmalarda mühendislik tasarım sürecinin yaratıcılık becerisini geliştirdiği sonucu yer almaktadır (Çiftçi, 2018; Gök, 2019). Bazı öğrencilerin bu uygulamayı beğenmelerinin nedenini kendi fikirlerini savunabilmeleri, yapılan eleştirilere cevap verebilmeleri ve diğer grupları eleştirebilmeleri şeklinde açıklamışlardır. Prototipin sunulduğu son aşamada öğrenciler prototiplerini savunacak argümanlar üretip yapılan eleştirilere cevap vermiş ve diğer grupları ikna etmeye çalışmışlardır. Mathis ve ark. (2017) da argümantasyonun sürece dahil edilmesinin en

önemli sonucunun mühendislik tasarım sürecinin son aşaması olan prototipin test edilmesi aşamasında ürün tanıtımı yapılması ve savunulması olduğunu belirtmiştir.

Öğrenci günlüklerinin analiz edilmesiyle öğrencilerin iş bölümü yapmayı, grup çalışması yapmayı ve yardımlaşmayı öğrendiklerini ifade etmişlerdir. Bu ifadeler işbirlikçi düşünmeyi öğrenmenin geliştiğini gösterir. Gruplara öğrenciler heterojen şekilde dağıtılmıştır. Bu durumun sebebi yapacakları prototipi arkadaşlarından yardım alarak ve aralarında iş bölümü yaparak gerçekleştirmelerini sağlamaktır. İş bölümü ve iş birliği yapılarak takım çalışması kabiliyetlerinin geliştiği düşünülmektedir. Ulaşılan bu sonuç diğer çalışmalarla (Hacıoğlu, 2017; Doğan, 2019; Türk, 2019) desteklenmektedir. Gruplar problemin çözümüne en uygun çözüm yolunu seçerken fikirlerini paylaşmış ve en iyi çözümü belirlemişlerdir. Bir araya gelerek probleme çözüm bulmaları grup içerisindeki bağlılığı ve yardımlaşmayı artırmış tek başlarına yapamayacakları prototipleri iş birliği içerisinde yapmışlardır. Böylece öğrencilerin iletişim becerileri gelişmiştir. Aynı şekilde Şen (2018) de mühendislik tasarım uygulamaları sonucunda öğrencilerin iletişim becerilerinin geliştiğini tespit etmiştir. Doğan (2020) da canlıların sınıflandırılması konusunda 5. sınıf öğrencileriyle gerçekleştirdiği mühendislik uygulaması sonucunda öğrencilerde iletişim becerisinin etkisini görmüştür. Diğer çalışmalarda gruplar halinde yürütülen çalışmalarda iletişimi artırdığı için iş birliği içerisinde gerçekleştiğini göstermektedir. Tuğ (2020) argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinin iş birliğini artırdığını, öğrencilerin aktif katılım gösterdiğini belirtmiştir.

Bazı öğrenciler günlüklerinde eleştiri yapmayı öğrendiklerini ifade etmişlerdir. Mühendislik tasarım sürecinin son aşaması olan, prototipin test edilmesi aşamasında öğrenciler prototiplerini sunmuş ve sunum bittikten sonra diğer grupların sorularını cevaplamışlardır. Sorulan sorular ve yapılan eleştirilere karşı prototiplerini savunmuşlardır. Bazı durumlarda yapılan eleştirileri kabul etmişler ve bu eleştiriler doğrultusunda prototiplerini düzenlemişlerdir. Argümantasyonun mühendislik tasarım sürecine dahil edilmesiyle beraber öğrencilerin eleştirel düşünmesinde artış olduğu düşünülmektedir. Eleştirel düşünmenin artması argümantasyona dayalı çalışmalarda (Gültepe, 2011; Temiz ve Çınar, 2016; Demirel, 2017) sıklıkla rastlanılmaktadır. Argümantasyona dayalı olmayan mühendislik çalışmalarında da benzer durum yaşanabilmektedir. Benzer şekilde Asal (2020) da ilkokul 4. sınıf öğrencileriyle yaptığı çalışmada mühendislik eğitiminin eleştirel düşünme becerisi yönünden anlamlı bir farklılık olduğu sonucuna ulaşmıştır. Doğan (2020) ortaokul 5. sınıf öğrencileriyle

yaptığı çalışmada öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini geliştirdiği sonucuna ulaşmıştır. Hacıoğlu ve ark. (2017) öğretmen adaylarının mühendislikle ilgili görüşlerini inceleyerek eleştirel düşünmeyi artırdığını görmüştür.

Diğer öğrenci ifadelerine baktığımızda öğrencilerin bir durumu farklı yönlerden düşünebildiklerini ve ayrıntılara daha çok dikkat etmeyi öğrendiklerini ifade etmişlerdir. Özellikle mühendislik tasarım sürecinin ikinci aşaması olan olası çözüm yollarının bulunması aşamasında öğrenciler çok yönlü düşünerek çözüm üretmişlerdir. Böylece farklı yönlerden düşünme ve sorgulama yapma gibi analitik düşüncelerinde artış olduğunu ifade etmişlerdir. Prototipin yapımına geçmeden önce prototipin taslak çiziminin yapılması ve malzeme seçiminin sağlanması yapılacak olan prototipin ayrıntılı planlanmasını sağlamıştır. Bir diğer faktör olan kriterler de yine prototip yapılırken ayrıntılara dikkat etmeyi sağlamıştır. Alanyazına bakıldığından benzer sonuçlara sahip araştırmalar bulunmaktadır. Mathis ve ark. (2018) mühendislik tasarımın öğrencilere eleştirel düşünme imkanı tanığı ve tüm kriterleri sağlayabilecek prototip için derinlemesine düşündüklerini açıklamıştır. Demirel (2021) argümantasyon destekli mühendislik uygulaması çalışmasında öğrencilerin analitik düşünme becerilerinin arttığı yönünde bulgulara ulaşmıştır. Öğrenciler prototipin yapımına başlamadan önce prototiplerinin çizimini taslak olarak çizmiş hangi malzemeleri kullanacaklarını planlamışlardır. Elde edilen bulgularda planlama yapmayı öğrendiklerini söyleyen öğrencilerde stratejik düşünmede gelişme olmuştur.

Tüm argümantasyona dayalı mühendislik tasarım süreci etkinliklerinin uygulanması bittikten sonra öğrencilerin deneyimleri sonucunda günlüklerine grup çalışması yapmak isteyip istemediklerini yazmalarını istenmiştir. Grup çalışması yapmak isteyen öğrencilerin (n=11) çoğunlukta olduğu fakat grup çalışması yapmak istemeyen (n=6) öğrencilerin de olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Grup arkadaşlarıyla sorun yaşamayan öğrenciler grup çalışması yapmak istemişken grup arkadaşlarıyla sorun yaşayan öğrenciler grup çalışması yapmak istememiştir. Grup arkadaşıyla sorun yaşayan öğrencilerin belirttiği ifadeler baktığımızda, kendi görüşünün dinlenmemesi ve eleştirilmesinden kaynaklıdır. Yani tek başına istediği şeyleri yapamamak gruptaki çoğunluğun kararlarına uymak bazı öğrencilerin grup çalışması yapmak istememesine neden olmuştur. Mühendislik tasarım sürecinin en uygun çözüm yolunun seçilmesi aşamasında öğrenciler gruptaki çözüm fikirlerini belirlenen kriterlere göre değerlendirmiştir ve bu değerlendirmede karar matrislerinden yararlanmışlardır. Bu aşamada bazı öğrenciler kendi fikirlerinin seçilmemesinden dolayı grup arkadaşlarıyla

problem yaşamıştır. Bu durum ise öğrencilerin daha çok tartışmasına ve birbirlerini ikna etmeye çalışmasına neden olmuştur. Keçeli (2020)'nin yapmış olduğu çalışmada büyük bir tartışma içerisine giren grupların daha fazla bilimsel yorum yaptıkları görülmüştür ancak kendi görüşlerine birbirlerini ikna etmeye çalışırken kişisel yorum yaptıkları da olmuştur.

Argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinde öğrenciler; araştırma yapmaya olan isteklerinin arttığını ve yeni bilgiler öğrenmeye daha açık olduklarını söylemişlerdir. Öğrenciler, bir konu hakkında nasıl araştırma yapılır, araştırma yaparken nelere dikkat edilir gibi sorulara dikkat ederek araştırmayı yürütmüşlerdir. Böylece detaylı bilgiler elde ederek bilgilerin akılda kalıcılığı artmış ve araştırma yürütme becerileri gelişmiştir. Demirel (2021) 7. sınıf öğrencileriyle argümantasyon destekli mühendislik uygulamaları gerçekleştirmiş ve uygulaması sonucunda öğrencilerin araştırmayı yürütme becerilerinin arttığını belirlemiştir.

Prototipler test edildikten sonra başarısız olan grupların neden başarısız olduklarını bulup hatalarını fark etmeleri sağlanmıştır ve tekrar prototiplerini yapacak olsalardı bu sefer nasıl yapacaklarını ve nelere dikkat edeceklerinin etkinlik kağıdına yazmaları istenmiştir. Prototipin sunumu sırasında prototipi sunan gruba diğer gruplar tarafından eleştiri yapılmış olup prototipin güzel taraflarını ve hatalarını söylemişlerdir. Öğrenciler prototiplerini savunarak diğer grupları ikna etmeye çalışmışlardır. Bu durum, hata yapsalar da ürüne ulaşmak için çabalamalarını yani öğrencilerin 21. yy becerisi olan girişimcilik becerisini geliştirdiğini göstermektedir. Benzer şekilde Aydın ve Karşlı (2019) ortaokul öğrencileriyle mühendislik tasarım etkinlikleri yaptırmış ve anlamlı öğrenme, aktif katılım gibi 21. yüzyıl becerilerinin kazanımında pozitif sonuçlar elde edildiğini görmüştür.

5.1.3 Argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinde karşılaşılan zorluklara ilişkin sonuçlar

Uygulamaya katılan öğrencilerin %80'i argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinin olumsuz yanları olmadığını belirtse de %20'si olumsuz yanları olduğunu belirtmiştir. Argümantasyona dayalı bir süreç olduğu için bazı öğrencilerin kendi fikirleri kabul edilmediğinde grup içinde olumsuzluk yaşamaları normal bir durumdur diyebiliriz. Demirel (2015) ortaokul öğrencileriyle yaptığı argümantasyona dayalı çalışmada gruba yapılan argümantasyonun bireysel gerçekleştirilen argümantasyona göre daha kalıcı olduğunu görmüştür. Bazı öğrenciler prototipin yapımında hatalı

tasarım yaptıklarında üzümlere olumsuzluk yaşadıklarını söylemişlerdir. Burada öğretmen hata yapmanın olumsuz bir sonuç değil daha fazla bilgi öğrenmeye imkan tanıdığını ve hataların üzerine gitmeyi öğrencilere aktarmalıdır. Öğrenciler ilk defa argümantasyona dayalı mühendislik çalışması yaptıkları için zorlanmaları doğal bir durumdur.

Araştırma verilerine göre öğrenciler en az prototipin test edilmesi aşamasında (n=2) zorlandıklarını en çok ise prototipin yapım aşamasında (n=11) zorlandıklarını belirtmişlerdir. Prototipin yapımında öğrenciler bazı malzemeleri ilk kez kullandıkları için sorunlar yaşamış veya yanlış malzeme seçmişlerdir. Benzer şekilde Koçan (2019), 6. sınıf öğrencileriyle madde ve ısı ünitesinde STEM çalışmaları uygularken öğrencilerin yanlış malzeme almalarından dolayı sorun yaşadıklarını tespit etmiştir. Ayaz (2019) öğretmen adaylarıyla mühendislik tasarım uygulaması gerçekleştirmiş olup uygulama sonucunda öğretmen adaylarının süreçteki becerilerinin gelişim gösterdiği sonucuna ulaşmıştır. Uzel (2020) 6. sınıf öğrencileriyle madde ve ısı ünitesinde mühendislik tasarım uygulaması gerçekleştirmiş olup öğrencilerin malzemeleri ilk kez kullandıklarında zorluk yaşadıklarını ilerleyen haftalarda zorlanmadıklarını ve aşamaları daha etkili uyguladıklarını görmüştür. Ercan (2014) ortaokul öğrencileriyle gerçekleştirdiği mühendislik tasarım etkinliklerinin, öğrencilerin prototip yapmalarını ve prototiplerini test etmelerini geliştirdiği sonucuna ulaşmıştır. Pekbay (2017) FeTeMM etkinliklerini uygulattığı ortaokul öğrencilerinin süreç sonunda problem durumunun bulunmasını daha kolay tespit ettiklerini görmüştür. Tüm bu çalışmalar da göstermektedir ki öğrencilerin sürecin başında yaşadığı zorluklar zamanla azalmakta ve öğrenciler süreç sonunda aşamaları uygularken gelişim göstermektedir.

Bazı öğrenciler prototipi yaparken süreyi iyi kullanamadıkları için zorlandıklarını dile getirmişlerdir. Problemi çözerken amaç; en kısa sürede az malzeme ve maliyetle en uygun çözüme ulaşmak olmuştur. Gruplar ilk başta süreyi ayarlayamazlar da süreç boyunca psiko-motor becerileri geliştiği ve sürece alıştıkları için süre kriterini iyi ayarlayabilmeyi öğrenebilmişlerdir. Gerçekleştirilen mühendislik tasarım çalışmasıyla öğrencilerde psiko-motor becerilerin arttığını söyleyebiliriz. Literatürde benzer sonuçlara ulaşılan çalışmalar bulunmaktadır. Literatürde mühendislik tasarımı çalışmalarında (Hacıoğlu ark., 2016; Türk, 2019) psiko-motor becerileri artırdığı görülmüştür.

Öğrenciler argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinde en çok fikir birliği sağlanamamasından dolayı sorun yaşadıklarını ifade etmişlerdir. En uygun

çözüm yolunun seçilmesi aşamasında prototipi nasıl yapacakları, prototipin yapım aşamasında hangi malzemelerden kaçar tane alacakları konusunda anlaşmazlık yaşamışlardır. Bu durumu çözmek için gruptaki çoğunluğun görüşleri uygulanmıştır. Öğrencilerden bir kişi hariç argümantasyona dayalı mühendislik tasarım süreci uygulamalarının kendilerine katkı sağladığını deneyimleri sonucunda belirtmişlerdir. Grup arkadaşlarıyla anlaşmazlık yaşayan öğrenci, argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinin kendisine katkı sağlamadığını ifade etmiştir. Bu durum grup içerisinde yaşanan çatışmaların öğrencilerin grup çalışması yapma isteklerini olumsuz etkilediği fikrini doğrulamaktadır. Uzel (2019) de mühendislik tasarımıyla gerçekleştirdiği çalışmada öğrencilerin grupta sorun yaşadıklarında birlikte çalışmak istemedikleri bulgusuna ulaşmıştır.

Diğer sorun yaşadıkları durum ise belirtilen süreler uygun hareket edememeleridir. Argümantasyona dayalı mühendislik tasarım süreci aşamalarının ilk iki basamağında süre aşımı görülmezken üçüncü basamağı olan en uygun çözüm yolunun seçilmesi aşamasında grupta yaşanan çatışma, görüş ayrılığı ve görüşe ikna etme çabası nedeniyle zamanı ayarlama sorunu yaşanmıştır. Dördüncü basamak olan prototipin yapımında ortak prototip çizimi belirlenirken yine öğrenciler birbirlerinin çizimlerini eleştirip kendi çizimlerine ikna etmeye çalışmışlardır. Birbirlerini ikna etmeye çalışırken süreyi yönetememişlerdir. Son aşama olan prototipin test edilmesinde gruplar birbirlerini eleştirip savunma yaparken süreyi öğretmen yönetmiş ve bu aşamada süre sorunu yaşanmamıştır. Öğrenciler son etkinliklere doğru süreç içerisinde pratikleşmiş ve bu sayede zamanı ayarlamayı öğrenmişlerdir. Aydın ve Karşlı'da (2019) öğrencilerin mühendislik tasarım süreci etkinliklerini uygularken süre yetersizliği ve grup içerisinde anlaşmazlık yaşanması gibi sorunlar yaşadıklarını ifade etmişlerdir. Gök (2019) ortaokul öğrencilerinin mühendislik tasarım süreciyle ilgili görüşleri doğrultusunda zamanın az olmasının eksiklik olduğunu belirtmiştir.

Etkinliklerde öğrencilerin hayal güçlerini sınırlamamak adına malzeme çeşidi artırılmıştır ancak bazı malzemelerin sayısında kısıtlama yapılmıştır. Böylece öğrenciler alternatif malzemelere yönelmişlerdir. Maliyet kriteri olduğu için öğrenciler istediği kadar malzeme alamamıştır. Öğrenciler prototiplerini yaparken yeterli miktarda malzeme alamadıkları için zorlansalar da günlük hayattaki problemleri çözerken az malzeme, uygun fiyatlı yani az maliyetli olan ürünleri seçmeyi öğrenmişlerdir. Pekbay (2017) 7. sınıf öğrencileriyle yürüttüğü çalışmada malzeme kaynaklı problemler ve gruptaki sorunlardan dolayı öğrencilerin olumsuz cümlelerini tespit etmiştir.

Görüşme esnasında öğrencilere süreç boyunca yaşadıkları zorlukları nasıl çözdükleri sorulmuştur. Bulgulara göre prototipin yapım aşamasında zorlanan bazı öğrenciler grup arkadaşlarından yardım alamadıkları için zorlandıklarını belirttiler de yine de süreç boyunca en çok zorlukları kısımlarda grup arkadaşlarından yardım alarak (n=12) zorlukları çözdükleri sonucuna ulaşılmıştır. Öğretmenden yardım aldıkları(n=2) veya kendi başlarına çözdükleri (n=5) sorunlarda bulunmaktadır. Kesici alet kullanırken ve grup arkadaşlarıyla sorun yaşadıklarında öğretmenden yardım istemişlerdir. Farklı malzeme kullanarak farklı yöntem deneyerek ve tekrar yaparak tek başlarına da sorunlarını çözmüşlerdir. Öğrenciler sorunlarını bireysel çözmeyi de öğrenmiş 21. yüzyıl becerilerinde gelişim sağlanmıştır.

Mevcut araştırma sonuçlarına bakıldığında argümantasyona dayalı mühendislik tasarım süreci gelişen ve değişen yaşam için öneme sahiptir. Öğrenciler bu sayede 21. yüzyıl becerileri olan yeni fikirler üretme, problem çözme, takım çalışması, iletişim, yaratıcılık, işbirliği, eleştirel düşünme, stratejik düşünme, üretkenlik, derinlemesine düşünme, analitik düşünme, yardımlaşma, özgüveni geliştirme, tasarım becerisi, girişimcilik becerileri kazandırmıştır. Ayrıca mühendislik ilgilerine, derse olan motivasyonlarına, grup çalışması yapmalarına vb. birçok avantaj sağlamıştır. Öğrenciler argümantasyona dayalı mühendislik tasarım süreciyle genel olarak olumlu görüşlere ve deneyimlere sahip olmuştur. Bu durum literatürdeki çalışmalarla desteklenmektedir (Tozlu ve ark, 2019; Tuğ, 2020; Demirel, 2021). Bazı noktalarda sorunlar yaşansa da genel anlamda olumlu yönde görüşler karşımıza çıkmaktadır. Argümantasyonun sürece dahil edilmesi öğrencilerin kendilerini savunmasına, ifade etmelerine, karşıt fikirleri çürütme, işbirliği içerisinde çalışmalarına olanak sağlamıştır. Hacıoğlu (2017) öğretmen adayları ile mühendislik tasarım süreciyle ilgili çalışma gerçekleştirmiş ve çalışma sonucunda tasarım sürecinin her aşamasında eleştiri ve tartışma ortamının sağlanmasını önermiştir. Öğretmen tüm etkinliklerin bitiminde öğrencilere ileride argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecine zaman ayırmak isteyip istemediklerini sormuştur. Öğrencilerin büyük çoğunluğu (n=23) zaman ayırmak istediklerini belirtmiştir. Başka konularda da bu çalışmayı yapmak istediklerini dile getirmişlerdir. Benzer bir duruma Tozlu ve ark.'nın (2019) çalışmasında da ulaşılmış olup öğrenciler diğer konularda da argümantasyona dayalı mühendislik tasarım süreci etkinliklerini uygulamak istediklerini belirtmiştir.

Argümantasyona dayalı mühendislik tasarım süreci etkinliklerinin uygulandığı çok az sayıda çalışma mevcuttur. Gerçekleştirilen bu çalışma 6. sınıf öğrencileriyle madde ve ısı ünitesinde uygulanmış olup literatürdeki boşluğu kapatacağı düşünülmektedir.

5.2 Öneriler

Araştırmanın bu kısmında elde edilen sonuçlara ilişkin uygulamanın gerçekleştirilmesi, araştırmacılar ve öğretmenler için önerilerde bulunulmuştur.

5.2.1 Uygulamanın gerçekleştirilmesi için öneriler

- ✓ Yapılan araştırmada argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinin beğenildiği, motivasyonu artırdığı, iletişimi güçlendirdiği, 21. yüzyıl becerilerini artırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu sebeple argümantasyona dayalı mühendislik uygulamalarının eğitim ortamlarında kullanılması önerilmektedir.
- ✓ Öğrencilerin argümantasyona dayalı mühendislik tasarım süreci uygulamasında iş birliği yapma, grup çalışması ve iş paylaşımı yapma gibi becerilerinin geliştiği görülmektedir. Bu sebeple gerçekleştirilecek olan çalışmaların grupça yapılmasının avantaj sağlayacağı düşünülmekte ve önerilmektedir.
- ✓ Argümantasyona dayalı mühendislik tasarım süreci uygulamalarının psiko-motor becerileri artırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu sebeple gerçekleştirilecek olan çalışmalarda bu yöntemin kullanımının el becerisinin gelişimine avantaj sağlaması düşünülmekte ve önerilmektedir.
- ✓ Öğrenciler mühendislik tasarım süreci uygulamalarını argümantasyona dayalı uygulanmasının analitik düşünme becerilerini artırdığını söylemişlerdir. Bu sebeple argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinin fen derslerine dahil edilmesi önerilmektedir.
- ✓ Öğrenciler argümantasyona dayalı mühendislik tasarım süreci boyunca eğlendikleri, motivasyonları attığı ve süreçle ilgili olumlu görüşlere sahip oldukları için derslerde kullanılması önerilmektedir.
- ✓ Öğrenciler bu yöntemle iddia üretme, iddialarını gerekçelendirme ve ikna etme, kendi görüşünü savunma, karşıt görüş üretme gibi beceriler kazanmış ve süreç içerisinde aktif bir rol üstlenmişlerdir. Öğrencilerin süreç boyunca aktif katılımını sağladığı için fen derslerinde kullanılmalıdır.

5.2.2 Araştırmacılar için öneriler

- ✓ Araştırmada, 6. sınıf öğrencileriyle madde ve ısı ünitesi kapsamında argümantasyona dayalı mühendislik tasarım etkinlikleri gerçekleştirilerek öğrencilerin görüş ve deneyimleri incelenmiştir. Bu çalışma tüm ortaokul kademelerinde veya lise ve üniversitelerde gerçekleştirilebilir.
- ✓ Araştırmadaki örnekleme okulda bulunan 25 kişiden oluşan 6. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Örneklem sayısı yükseltilerek daha kapsamlı bir çalışma yapılabilir.
- ✓ Argümantasyona dayalı mühendislik tasarım süreci etkinliklerinin görüş ve deneyime etkisini incelemek yerine tasarım becerileri, problem çözme becerilerine etkisi gibi farklı değişkenlere etkisi araştırılabilir.
- ✓ Çalışmada argümantasyon ve mühendislik tasarım süreci birlikte ele alınmıştır. Diğer çalışmalarda sadece mühendislik tasarım ve sadece argümantasyon uygulamaları yaptırılarak bulunan sonuçlar karşılaştırılabilir.
- ✓ Çalışmada mühendislik tasarım süreci uygulaması argümantasyona dayalı gerçekleştirilmiştir. Yapılacak olan yeni çalışmalarda mühendislik tasarım süreci; işbirlikçi öğrenme, problem çözme gibi yöntemlerle birleştirilerek yapılabilir.
- ✓ Genel olarak argümantasyon yöntemiyle yapılan çalışmalara bakıldığında sosyobilimsel ve bilimsel konularda uygulanabildiği görülmektedir. Gerçekleştirilen bu çalışma madde ve ısı ünitesini kapsamakta olan bilimsel bir konu hakkında yapılmıştır. Yeni yapılacak bir çalışma aynı yöntemle fen bilimleri dersine ait sosyobilimsel bir konuda hazırlanabilir.
- ✓ Bu çalışma sadece nitel araştırma yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Başka çalışmalar da nitel ve nicel yöntem kullanılabilir.
- ✓ Araştırmada veri kaynağı olarak günlük ve yarı yapılandırılmış görüşme soruları kullanılmıştır. Farklı veri toplama araçları kullanılarak yeni bir çalışma gerçekleştirilebilir.
- ✓ Araştırma 5 hafta ile sınırlı olmuştur. Bu sebeple daha uzun sürecek araştırmalar yapılarak daha fazla etkinlikler gerçekleştirilebilir.
- ✓ Etkinlikler gerçekleştirilirken zaman ayarlama sorunları yaşanmıştır. Bu sebeple öğrencilere yeterli zaman verilmeli etkinlik süreleri iyi planlanmalıdır.
- ✓ Veri toplama araçları araştırmacı tarafından hazırlanmış olup görüşme sorularına ekleme yapılabilir.

- ✓ Araştırmanın gerçekleştiği okul erkek yatılı ortaokulu olduğu için farklı cinsiyete ulaşılamamıştır. Bu çalışma farklı cinsiyetin olduğu karma okullarda gerçekleştirilebilir.
- ✓ Ayrıca çalışma yapılan okul köyde bulunup devlete bağlıdır. Argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinin farklı türdeki okullarda sonuçları araştırılabilir.
- ✓ Uygulama yalnızca sınıf içerisinde değil gerekli planlamalar yapılarak sınıf dışındaki ortamlarda da gerçekleştirilebilir.
- ✓ Argümantasyona dayalı mühendislik tasarım süreci grup çalışmalarıyla sağlandığı için grup içerisinde sorun yaşanmaması ve işbirliğinin bozulmaması için kurallar konulabilir.

5.2.3 Öğretmenler için öneriler

- ✓ Öğretmenler bu araştırma kapsamında geliştirilen argümantasyona dayalı mühendislik tasarım süreci etkinliklerini derslerinde kullanabilirler.
- ✓ Öğretmenler zümre toplantılarında mühendislik tasarım süreci ve argümantasyon konusunda çalışmalar yapılmasını önerebilir.
- ✓ Öğretmenlere veya öğretmen adaylarına argümantasyon ve mühendislik tasarım süreci uygulamaları hakkında bilgilendirme çalışmaları yürütülebilir.
- ✓ Farklı branşlardaki öğretmenlere de argümantasyon ve mühendislik tasarım yöntemleriyle ilgili seminer verilebilir.
- ✓ Mevcut fen bilimleri öğretim programında mühendislik tasarım süreci etkinlikleri bulunsa da bunların sayısı artırılmalıdır.
- ✓ Okullarda mühendislik tasarım çalışmalarının uygulanabileceği koşullar sağlanmalıdır.
 - ✓ Çalışmada malzeme yetersizliği olması süreci olumsuz etkilemiştir. Mühendislik tasarım süreci etkinliklerini uygulamak için okullarda malzeme çeşitliliği ve sayısı artırılabilir.

KAYNAKLAR

- Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M. S., Öner, T., ve Özdemir, S., 2015, STEM eğitimi Türkiye raporu, *Scala Basım, İstanbul*, 1-38.
- Aktamış, H., Hiğde, E. 2017. Argümantasyon nedir?. *Örnek Etkinliklerle Fen Eğitiminde Argümantasyon*, (Eds.) H. Aktamış, Anı Yayıncılık. Ankara, s. 7-29.
- Alinak Bozkurt, H. (2018), "Mühendislik Tasarım Temelli Fen Öğretiminin 7. Sınıf Öğrencilerinin Fen Başarıları, STEM Alanlarına Yönelik Tutumları ve STEM Kariyerine Yönelik Algıları Üzerine Etkisi", Yüksek Lisan Tezi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kafkas Üniversitesi, Kars, 260.
- American Association for the Advancement of Science [AAAS], 1993, Benchmarks for science literacy, *Oxford University Press*, New York.
- Asal, R. (2020), "Mühendislik Tasarım Temelli Fen Öğretiminin İlkokul 4. Sınıf Öğrencilerinin Bilimsel Yaratıcılık ve Eleştirel Düşünme Becerilerine Etkisi", Yüksek Lisans Tezi, *Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Gazi Üniversitesi, Ankara, 132.
- Aslan, S. 2010. Tartışma esaslı öğretim yaklaşımının öğrencilerin kavramsal algılamalarına etkisi, *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 18(2), 467-500.
- Ayaz, E. (2019), "Mühendislik Tasarım Temelli Fen Öğretiminin Sınıf Öğretmeni Adaylarının Karar Verme Bilimsel Yaratıcılık ve Tasarım Becerilerine Etkisi", Doktora Tezi, *Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Gazi Üniversitesi, Ankara, 319.
- Aydın, E., Karşlı, F. 2019. Yedinci sınıf öğrencilerinin STEM etkinlikleri hakkındaki görüşleri: Karışımların ayrıştırılması örneği, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 38(1), 35-52.
- Aydın, Ö. (2013), "Fen ve Teknoloji Öğretmen Adaylarının Eğitiminde Argümantasyonun Etkililiği", (Yayımlanmamış Doktora Tezi) *Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Aydoğan, B. (2019), "The Effects Of Engineering Design Based Instruction On 7th Grade Students' Nature Of Engineering Views and Attitudes Towards STEM", Master's Thesis, *Institute Of Science*, Middle East Technical University, Ankara, 215.
- Bakırcı, H., ve Öçsoy, K. 2017. An Investigation of the Activities in Science Textbooks in terms of the Concept of Entrepreneurship, *Adıyaman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 7(2), 256-276.
- Bakırcı, H., Kutlu, E. 2018. Fen bilimleri öğretmenlerinin FeTeMM yaklaşımı hakkındaki görüşlerinin belirlenmesi, *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 9(2), 367-389.
- Balçın, M. D., Ergün, A. 2017. Science Teacher Candidate Views About Technological Pedagogical Content Knowledge (Tpack). *Journal of Theory ve Practice in Education (JTPE)*, 13(4), 570-600.
- Ball, T., Beckett, L., Isaacson, M. (2015). Formulating The Problem: Digital Storytelling and The Development Of Engineering Process Skills, In *2015 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, El Paso- ABD, 1-5.
- Baydar, Z. (2018), "Elektrik Enerjisi Üretiminin FeTeMM ve Argümantasyona Dayalı İşlenmesinin Öğrencilerin Yaratıcılık, Tutum, Beceri ve Öğretim Hakkındaki

- Görüşlerine Etkisi", Yüksek Lisans Tezi, *Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli, 104.
- Baydar, Z., Acar, Ö., 2018, FeTeMM eğitimi ve argümantasyona dayalı olarak işlenen 7. sınıf elektrik enerjisi ünitesinin öğrenci kazanımlarına etkisi, *Bildiri Tam Metin Kitabı Proceeding Book*, 88.
- Bozkurt, E. (2014), "Mühendislik Tasarım Temelli Fen Eğitiminin Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Karar Verme Becerisi, Bilimsel Süreç Becerileri ve Sürece Yönelik Algılarına Etkisi", (Yayımlanmamış Doktora Tezi), *Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Brunsell, E. 2012. The engineering Design process. *Integrating engineering science in your classroom*, (Eds.) E. Brunsell, Virginia: National Science Teacher Association Press. Arlington, pp. 3-5.
- Bulut, M. (2019), "Bilim ve Sanat Merkezlerinde STEM Uygulaması ve Öğretmenlerin STEM Uygulaması Hakkındaki Görüşlerinin İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, *Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya, 123.
- Bybee, R. W. 2010. Advancing STEM education: A 2020 vision, *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30-35.
- Can, Ö. S. (2018), "Argümantasyon Yaklaşımı İle Olasılık Öğretiminin Öğretmen Adaylarının Başarılarına ve Bilgilerinin Kalıcılığına Etkisi", Doktora Tezi, *Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, 133.
- Ceylan, S. (2014), "Ortaokul Fen Bilimleri Dersindeki Asitler ve Bazlar Konusunda Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (FeTeMM) Yaklaşımı İle Öğretim Tasarımı Hazırlanmasına Yönelik Bir Çalışma", Yüksek Lisans Tezi, *Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Uludağ Üniversitesi, Bursa, 260.
- Ceylan, S., Özdilek, Z. 2015. STEM eğitimi kapsamında ortaöğretim fen derslerine yönelik örnek ders planının geliştirilmesi, *Procedia Sosyal ve Davranış Bilimleri*, 177 , 223-228.
- Chu, H. E., Martin, S.N., Park, J. 2018. Avustralyalı ve koreli öğrencilerin fen öğretimi ve öğrenimini geliştirmeye yönelik kültürlerarası bir STEAM programı geliştirmeye yönelik teorik bir çerçeve, *Uluslararası J. Sci. Matematik. Eğitim*, 17 (7), 1251–1266.
- Chu, L., Sampson, V., Hutner, T. L., Rivale, S., Crawford, R. H., Baze, C. L. Brooks, H. S., 2018, Argument Driven Engineering in Middle School Science Classrooms: The Study of Engineering Attitudes and Efforts to Broaden Engineering Participation by Exposing All Students to Multiple Engineering Design Tasks, *Annual Meeting of the American Society for Engineering Education*, Salt Lake City, Utah, 24-27.
- Culver, D. E., 2012, A qualitative assessment of preservice elementary teachers' formative perceptions regarding engineering and K-12 engineering education, Graduate Theses and Dissertations, <https://lib.dr.iastate.edu/etd/12888/>[Erişim Tarihi: 10/01/2024].
- Cunningham, C. M., ve Hester, K. 2007. Engineering is elementary: An engineering and technology curriculum for children, *Presented at the ASEE Annual Conference and Exposition*, Honolulu- HI.
- Çepni, S., 2014, Araştırma ve proje çalışmalarına giriş, *Celepler Matbaacılık*, Trabzon.

- Çepni, S. 2017. Kuramdan uygulamaya STEM+A+E eğitimi, (Eds.) E. Bozkurt Altan, Pegem Akademi. 169-203.
- Çepni, S., 2018, Kuramdan uygulamaya STEM eğitimi, *Pegem Atf İndeksi*, 001- 633.
- Çiftçi, M. (2018), "Geliştirilen STEM Etkinliklerinin Ortaokul Öğrencilerinin Bilimsel Yaratıcılık Düzeylerine, STEM Disiplinlerini Anlamalarına ve STEM Mesleklerini Fark Etmelerine Etkisi", (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Rize.
- Çorlu, M. S. 2014. FeTeMM eğitimi makale çağrı mektubu, *Turkish Journal Of Education*, 3(1), 4-10.
- Demircioğlu, H. (2022), "Popüler Bilim Dergilerinde Mühendislik Tasarım Sürecinin İncelenmesi: Bilim Çocuk Dergisi Örneği", Yüksek Lisan Tezi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Aksaray Üniversitesi, 91.
- Demircioğlu, T., Uçar, S. 2014. Akkuyu nükleer santrali konusunda üretilen yazılı argümanların incelenmesi, *İlköğretim Çevrimiçi Eğitimi*, 13(4), 1373-1386.
- Demirel, R, 2015. The effect of individual and group argumentation on student academic achievement in force and movement issues, *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 11(3), 916-948.
- Demirel, R. (2021), "Işık Konusunun Argümantasyon Destekli Tasarım Temelli Fen ve Mühendislik Uygulamaları İle Öğretiminin 7. Sınıf Öğrencilerinin 21. Yüzyıl Yaşam Becerileri ve Öğrenme Ürünlerine Etkisi", Doktora Tezi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Aksaray Üniversitesi, Aksaray, 334.
- Demirel, T. (2017), "Argümantasyon Yöntemi Destekli Artırılmış Gerçeklik Uygulamalarının Akademik Başarı, Eleştirel Düşünme Becerisi, Fen ve Teknoloji Dersine Yönelik Güdülenme ve Argümantasyon Becerisi Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi", Doktora Tezi, *Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Çukurova Üniversitesi, Adana, 284.
- Denson, C. 2011. Building a framework for engineering design experiences in STEM: a synthesis, *National Center for Engineering and Technology Education*.
- Deveci, A. (2009), "İlköğretim Yedinci Sınıf Öğrencilerinin Maddenin Yapısı Konusunda Sosyobilimsel Argümantasyon, Bilgi Seviyeleri ve Bilişsel Düşünme Becerilerini Geliştirmek", (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), *Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Deveci, İ. (2016), "Fen Bilimleri Öğretim Programıyla (5-8) Bütünleştirilmiş Girişimcilik Eğitimi Modüllerinin Geliştirilmesi, Uygulanması ve Değerlendirilmesi", Doktora Tezi, *Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Uludağ Üniversitesi, Bursa, 396.
- Doğan, İ. (2019), "STEM Etkinliklerinin 7. Sınıf Öğrencilerinin Bilimsel Süreç Becerilerine Fen ve STEM Tutumlarına ve Elektrik Enerjisi Ünitesindeki Başarılarına Etkisi", Doktora Tezi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir, 233.
- Doğan, H. (2020), "Beşinci Sınıf Fen Bilimleri Dersi Ünitelerinin Bütünleşik Stem Eğitimi Yaklaşımı İle Tasarlanması, Uygulanması ve Değerlendirilmesi", Doktora Tezi, *Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Pamukkale Üniversitesi, Denizli.

- Doğan, H., Gencer Savran, A. ve Bilen, K. 2017. Fen ve mühendislik uygulaması: yenilebilir ve yenilenebilir araba yarışması etkinliği üzerine bir durum çalışması, *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi (ATED)*, 7(2), 62-85.
- Driver, R., Newton, P., Osborne, J. 2000. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms, *Science Education*, 84(3), 287-312.
- EIE (Engineering is Elementary), 2017, *Science, Engineering and Technology?*, Museum of Science, <https://www.eie.org/overview/science-engineering-technology> [Erişim Tarihi: 15/08/2023].
- EIE (Engineering is Elementary), 2017, *Why Engineering For Children?*, Museum of Science, <https://www.eie.org/overview/engineering-children> [Erişim Tarihi: 15/08/2023].
- Ekmekçi, M. (2022), "5E Öğrenme Modeline Göre Hazırlanmış STEM Eğitimi Etkinliklerinin 7. Sınıf Öğrencilerinin Kuvvet Ee Enerji Ünitesindeki Kavramsal Anlamalarına Etkisi", Yüksek Lisans Tezi, *Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Çukurova Üniversitesi, Adana, 230.
- English, L. D., King, D. T. 2015. STEM learning through engineering design: fourth-grade students' investigations in aerospace, *International Journal of STEM Education*, 2(1), 14.
- Ercan, S. (2014), "Fen Eğitiminde Mühendislik Uygulamalarının Kullanımı: Tasarım Temelli Fen Eğitimi", Doktora Tezi, *Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Ercan, S., Bozkurt, E., 2013, Expectations from engineering applications in science education: decision-making skill, In *IOSTE Eurasian Regional Symposium & Brojrage event Horizon 2020*, Antalya, Turkey.
- Ercan, S., Şahin, F. 2015. Fen eğitiminde mühendislik uygulamalarının kullanımı: Tasarım temelli fen eğitiminin öğrencilerin akademik başarıları üzerine etkisi, *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 9(1), 128-164.
- Erduran, S., Simon, S., Osborne, J. 2004. TAPping into argumentation: developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse, *Wiley Periodicals*, 88 (6), 915 - 933.
- Erduran, S., Jiménez-Aleixandre, M.P. 2007. Argumentation in Science Education: an Overview. In *Argumentation in Science Education: Perspectives from Classroom-Based Research*, (Eds.) S. Erduran., M. P. Jiménez- Aleixandre, Springer. 3-27.
- Ertepinar H., 2018, Okul öncesinden üniversiteye kuram ve uygulamada STEM eğitimi, *Anı Yayıncılık*, Ankara.
- Felix, 2010; NAE ve NRC, 2009. Felix, A., Harris, J. 2010. A project-based, STEM-integrated alternative energy team challenge for teachers. *Technology and Engineering Teacher*, 69(5), 29.
- Fortus, D., Dershimer, R. C., Krajcik, J. S., Marx, R. W., ve Mamlok-Naaman, R. 2004. Tasarım temelli bilim ve öğrenci öğrenimi. *Fen Bilgisi Öğretiminde Araştırma Dergisi* , 41 (10), 1081-1110.
- Gencer, A. 2015. Fen eğitiminde bilim ve mühendislik uygulaması: Fırıldak Etkinliği, *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi*, 5 (1), 1-19.

- Gentili, K.L., McCauley, J.F., Christianson, R.K., Davis, D.C., Trevisan, M.S., Calkins, D.E. ve Cook, M.D., 1999, Tasarıma giriş dersinde öğrencilerin tasarım yeteneklerinin değerlendirilmesi. FIE'99 Eğitimde *Sınırlar*. 29. *Yıllık Eğitimde Sınırlar Konferansı. Bilim ve Mühendislik Eğitiminin Geleceğini Tasarlamak. Konferans Bildirileri*, San Juan-ABD.
- Gök, B. (2019), "Mühendislik Tasarım Sürecine Dayalı Bilimsel Oyuncak Tasarımı Etkinliklerinin Ortaokul Öğrencilerinin Mühendislik Becerileri Algılarına ve Bilimsel Yaratıcılıklarına Etkisi", Yüksek Lisans Tezi, *Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Mersin Üniversitesi, Mersin, 126.
- Gök, N. (2022), "Ortaokul Öğrencilerinin STEM'e Karşı Tutumları ve Mühendisliğin Doğasına Yönelik Görüşleri", Yüksek Lisans Tezi, *Lisansütu Eğitim Enstitüsü*, Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Mersin,
- Gülen, S. (2016), "Fen-Teknoloji-Mühendislik ve Matematik Disiplinlerine Dayalı Argümantasyon Destekli Fen Öğrenme Yaklaşımının Öğrencilerin Öğrenme Ürünlerine Etkisi", (Yayınlanmamış Doktora Tezi), Ondokuzmayıs Üniversitesi, *Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Samsun.
- Gülen, S. 2018. Determination of the effect of STEM-Integrated argumentation based science learning approach in solving daily life problems, *World Journal on Educational Technology: Current Issues*, 10(4), 95-114.
- Gülen, S., Yaman, S. 2018. Fen bilimleri dersinde argümantasyon süreci ve stem disiplinlerinin kullanımı; odak grup görüşmesi, *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15(1), 1184-1211.
- Gülseven, E. (2020), "Argümantasyon Temelli Kök Eğitiminin 7. Sınıf Öğrencilerinin Akademik Başarılarına, Tutumlarına ve Kuvvet ve Enerji Birimlerindeki Argümantasyon Düzeylerine Etkisi", Yüksek Lisans Tezi, *Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van, 193.
- Gülseven, E., Tüysüz, M., Tozlu, İ. 2021. Argümantasyon temelli Fetemm eğitiminin 7. sınıf öğrencilerinin kuvvet ve enerji ünitesine yönelik akademik başarılarına, tutumlarına ve argümantasyon seviyelerine etkisi, *Başkent University Journal of Education*, 8(2), 315-333.
- Gültepe, N. (2011), "Bilimsel Tartışma Odaklı Öğretimin Lise Öğrencilerinin Bilimsel Süreç ve Eleştirel Düşünme Becerilerinin Geliştirilmesine Etkisi", Doktora Tezi, *Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Gazi Üniversitesi, Ankara, 356.
- Hacıoğlu, Y., Yamak, H., Kavak, N. 2016. Mühendislik tasarım temelli fen eğitimi ile ilgili öğretmen görüşleri, *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(3), 807-830.
- Hester, K., ve Cunningham, C., 2007, Engineering is elementary: An engineering and technology curriculum for children, *Annual Conference ve Exposition*, 12-639.
- Howard, T. J., Culley, S. J., Dekoninck, E. 2008. Describing the creative design process by the integration of engineering design and cognitive psychology literature, *Design Studies*, 29(2), 160- 180.
- Hynes, M., Portsmouth, M., Dare, E., Milto, E., Rogers, C., Hammer, D. Carberry, A., 2011, Infusing Engineering Design Into High School STEM Courses, *National Center for Engineering and Technology Education*.

- Kaptan, F., Kuşakcı, F. 2002. Fen öğretiminde beyin fırtınası tekniğinin öğrenci yaratıcılığına etkisi, *V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi Bildirileri*, 197-202.
- Karahan, E., Bilici, S. C., Ayçin, Ü. 2015. Integration of media design processes in science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education., *Eurasian Journal of Educational Research*, 15(60), 221-240.
- Karslı Baydere, F. Kurtoğlu, S., 2019, Bir fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) eğitimi etkinlik örneği: Ağırlık ölçümü yapalım, *I. Uluslararası STEM Öğretmenler Konferansı*, İstanbul.
- Kaya, E., Çetin, P. S., Erduran, S. 2014. İki argümantasyon testinin Türkçe'ye uyarlanması, *İlköğretim Online*, 13 (3), 1014-1032.
- Kaya, O.N., Kılıç, Z. 2008. Etkin bir fen öğretimi için tartışmacı söylev, *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(3), 89-100.
- Keçeli. H.H. (2020), "Argümana Dayalı Mühendislik Tasarım Sürecindeki Grup İçi Tartışmaların İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Rize, 115.
- Keeley, P. (2009). Elementary science education in the K-12 system. *Science and Children*, 46(9), 8.
- Kelley, T. 2009. Using engineering cases in technology education, *The Technology Teacher*, 68 (7), 5-10.
- Kelly, M. A. 2008. Bridging digital and cultural divides tpck for equity of access to content knowledge for educators. *In Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK) For Educators*. Routledge, pp. 31-58.
- Koçan, H. (2019), "6. Sınıf Madde ve Isı Ünitesinde STEM Eğitim Uygulamalarının Bilimsel Yaratıcılığa Olan Etkisinin İncelenmesi", Yüksek Lisan Tezi, *Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Gazi Üniversitesi, Ankara, 167.
- Koehler, C., Faraclas, E., Sanchez, S., Latif, K., Kazarounian, K., 2005, *Engineering frameworks for a high school setting: guidelines for technical literacy for high school students*, DC: *American Society for Engineering Education*, Washington.
- Kolodner, J. L. 2002. Facilitating the learning of design practices: lessons learned from an inquiry into science education, *Journal of Industrial Teacher Education*, 39(3).
- Koyunlu Ünlü, Z., Dökme, İ. 2017. Özel yetenekli öğrencilerin FeTeMM'in mühendisliği hakkındaki imajları. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(1).
- Koyunlu Ünlü, Z., Umucu, R., Şen, Ö., 2018, Bir TÜBİTAK 4004 projesi: özel yetenekli kızlar mühendislikle tanışıyor, *13. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, 04-06 Ekim 2018, Denizli.
- Kurtoğlu, S. (2022), "9. Sınıf Öğrencilerine Yönelik Geliştirilen Mühendislik Tasarım Süreci Odaklı STEM Etkinliklerinin Etkinliğinin Değerlendirilmesi: Ağız ve Diş Sağlığı", Yüksek Lisan Tezi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Giresun Üniversitesi, Giresun, 140.
- Küçük, A. (2020), "Fen Bilimleri 5.Sınıf İnsan ve Çevre Ünitesinin Okul Dışı Öğrenme Ortamlarında Öğretimi", Doktora Tezi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Rize, 379.

- Küpelı, M. A. (2020), Mühendislik Tasarım Temelli Etkinliklerin 8. Sınıf Öğrencilerinin Çevresel Farkındalık, Girişimcilik Algı ve Becerilerine Etkisi", Yüksek Lisans Tezi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Aksaray Üniversitesi, Aksaray, 103.
- Lawson, A. 2003. The nature and development of hypothetico-predictive argumentation with implications for science teaching, *International Journal of Science Education*, 25(11), 1387-1408.
- Leonard, M. J., 2004, Toward epistemologically authentic engineering design activities in the science classroom, *National Association for Research in Science Teaching*, Vancouver, B.C.
- Lewis, T. 2006. Design and inquiry: bases for an accommodation between science and technology education in the curriculum?, *Journal of Research in Science Teaching*, 43(3), 255-281.
- Mangold, J., Robinson, S., 2013, K-12 sınıflarında problem çözme ve öğrenme aracı olarak mühendislik tasarım süreci, *ASEE Yıllık Konferansı ve Fuarı*, 23-1196.
- Marulcu, I. 2010. Investigating the impact of a LEGO™-based, engineering-oriented curriculum compared to an inquiry-based curriculum on fifth graders' content learning of simple machines, *Boston College*.
- Marulcu, İ., Sungur, K. 2012. Fen bilgisi öğretmen adaylarının mühendis ve mühendislik algılarının ve yöntem olarak mühendislik-dizayna bakış açılarının incelenmesi, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 12(1), 13-23.
- Mathis, CA, Siverling, EA, Glancy, AW ve Moore, T. J. 2017. Öğretmenlerin argümantasyonu birleştirmesi STEM entegrasyon müfredatında mühendislik öğrenimini desteklemek, *Üniversite Öncesi Mühendislik Eğitimi Araştırmaları Dergisi*, 7(1), 76 - 89.
- Mazlum, Ş. (2020), "Fen bilimleri öğretmenlerinin mühendislik, tasarım ve girişimcilik becerileri hakkındaki görüş ve uygulamaları, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Zonguldak, 109.
- McNeill, K. L. 2011. Elementary students' views of explanation, argumentation, and evidence, and their abilities to construct arguments over the school year, *Journal of Research in Science Teaching*, 48(7), 793-823.
- 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., 2013, Nitel araştırma desen ve uygulama için bir rehber, *Nobel Yayın Dağıtım*, Ankara.
- Miles, M. B., Huberman, A. M., 1994, *Qualitative data analysis*, Sage Publication, London.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), 2005. İlköğretim Kurumları (İlkokullar Vve Ortaokullar) Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı, Ankara.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), 2013. İlköğretim Kurumları (İlkokullar ve Ortaokullar) Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı, Ankara.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), 2017. İlköğretim Kurumları (İlkokullar ve Ortaokullar) Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı, Ankara.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), 2018. *2023 Eğitim Vizyonu*, Ankara.

- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), 2018. İlköğretim Kurumları (İlkokullar ve Ortaokullar) Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı, Ankara.
- Musaoğlu, G. (2020), "Yedinci Sınıf Öğrencilerinin Fen Bilimleri Dersi Uzay Kirliliği Konusunda Mühendislik Tasarım Düzeyleri ve Ürün Tanıtımı Niteliklerinin İncelenmesi", *Yüksek Lisans Tezi*, Fen Bilimleri Enstitüsü, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Rize, 103.
- National Academy of Engineering (NAE) ve National Research Council (NRC), 2009. Engineering in K-12 education: *Understanding The Status and Improving The Prospects*, (Eds.) Katehi, L., Pearson, G., Feder, M. Washington, DC: National Academies Press.
- National Academy of Engineering ve National Research Council, 2014. *STEM Integration in K-12 education: Status, Prospects, and An Agenda For Research*, Washington, DC: The National Academies Press.
- National Aeronautics and Space Administration, 2015, Let It Glide: Facilitation, Guide, https://www.nasa.gov/pdf/630754main_NASA_sBESTActivityGuide6-8.pdf [Erişim Tarihi: 03/01/2023].
- National Aeronautics and Space Administration (NASA), 2018, NASA STEM Engagement: Engineering Design Process, <https://www.nasa.gov/audience/foreducators/best/edp.html> [Erişim Tarihi: 03/01/2023].
- National Research Council, 2010. Exploring the intersection of science education and 21st century skills: *A Workshop Summary*, Washington, DC: National Academies Press.
- National Research Council, 2012. A Framework for K-12 science education: *Practices, Crosscutting Concepts and Core Ideas*, Washington, DC: National Academic Press.
- Osborne, J., Erduran, S., Simon, S. 2004. Enhancing the quality of argumentation in school science, *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 994–1020.
- Özçep, F. 2007. Bilim ve mühendislik: tarihsel gelişim ve felsefesi, *Topdemir, HG,(2002), Kuhn ve Bilimsel Devrimlerin Yapısı Üzerine Bir Değerlendirme*, 2(36), 45-62.
- Özdem Yılmaz, Y. 2017. Argümantasyon ve STEM. *Örnek etkinliklerle fen eğitiminde argümantasyon*, (Eds.) H. Aktamış, Anı Yayıncılık. Ankara, 63-80.
- Özer, İ. E. (2019), "6. Sınıf Kuvvet ve Hareket Ünitesinde Gerçekleştirilen Algodoo Temelli Etkinliklerin Öğrencilerin Tasarım Becerilerine ve Akademik Başarılarına Etkisi", Yüksek Lisans Tezi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Aksaray Üniversitesi, Aksaray, 133.
- Özer, M. A. 2005. Etkin öğrenmede yeni arayışlar işbirliğine dayalı öğrenme ve buluş yoluyla öğrenme, *Türk Dünyası Sosyal Bilimler Dergisi*, (35), 105-131.
- Pekbay, C. (2017), "Fen teknoloji mühendislik ve matematik etkinliklerinin ortaokul öğrencileri üzerindeki etkileri", Doktora Tezi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Peker, D. 2017. Bilimsel açıklamalar ve argümanlar. *Fen eğitiminde güncel konular*, (Eds.) Ö.Taşkın, Pegem Akademi. Ankara, 88-102.

- Petroski, H. 1996. *Invention by design: How engineers get from thought to thing*, Harvard University Press, Cambridge, MA.
- Roehrig, G. H., Moore, T. J., Wang, H. H., 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.
- Sampson, V., Clark, D. B. 2008. Assessment of the ways students generate arguments in science education: current perspectives and recommendations for future directions, *Science Studies and Science Education*, 92(3), 447-472.
- Sarıoğlu, G. (2022), "Astronomi Dersine Yönelik Bilimsel Akıl Yürütme Stilllerine Uygun STEM ve Argümantasyon Etkinlikleri Geliştirme ve Etkinliklerin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Akademik Başarılarına, Akıl Yürütme ve Argümantasyon Becerilerine Etkisi", Yüksek Lisans Tezi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın, 165.
- Schulte, P. L. (2001), "Pre service Primary Teachers Alternative Conceptions in Science and Attitudes Towards Teaching Science", (Yayımlanmamış Doktora Tezi), New Orleans Üniversitesi, New Orleans.
- Simon, S., Erduran, S., Osborne, J. 2006. Learning to teach argumentation: Research and development in the science classroom, *International Journal of Science Education*, 28, 235-260.
- Soysal, M. T. (2019), "8. Sınıf Fen Bilimleri Dersinde Tematik STEM Eğitimi: Deprem Örneği", Yüksek Lisans Tezi, *Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Sakarya Üniversitesi, Sakarya, 183.
- Şapkan, Ö. (2019), "6. Sınıf Öğrencilerinin Mühendislik ve Mühendis Algılarının Madde ve Isı Ünitesindeki FeTeMM Eğitimi Sürecinde İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, *Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van, 110.
- Şen, C. (2018), "Mühendislik Tasarımı Odaklı Bütünleşik STEM Etkinliklerinde Üstün Zekâlı ve Yetenekli Öğrencilerin Kullandığı Beceriler", Doktora Tezi, *Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, 341.
- Tavşancıl, E. ve Aslan E., 2001, İçerik Analizi ve Uygulama Örnekleri, *Epsilon Yayınları*, İstanbul.
- Tayal, S.P. 2013. Engineering design process, *International Journal of Computer Science and Communication Engineering IJCSCE Special issue on "Recent Advances in Engineering ve Techlogy" NCRAET-2013*, 1-5.
- Temiz Çınar, B. (2016), "Argümantasyona Dayalı Öğretimin İlköğretim Öğrencilerinin Başarıları Kavramsal Anlamaları ve Eleştirel Düşünme Becerileri Üzerine Etkisi: Yaşamımızdaki Elektrik Ünitesi", Doktora Tezi, *Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Marmara Üniversitesi, İstanbul, 369.
- Topalsan, A. K. 2018. Sınıf öğretmenliği öğretmen adaylarının geliştirdikleri mühendislik tasarım temelli fen öğretim etkinliklerinin değerlendirilmesi, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15(1), 186-219.
- Toulmin, S. E. (1958). *The uses of argument*, Cambridge: Cambridge University Pres.
- Tozlu, İ., Gülseven, E., Tüysüz, M. 2019. FeTeMM eğitimine yönelik etkinlik uygulaması: Kuvvet ve enerji örneği, *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(1), 869-896.

- Tuğ, S. (2020), "7. Sınıf Öğrencilerinin Mühendislik Tasarım Süreçlerindeki Müzakere Davetlerinin Argümantasyon Eğitimi Alma Durumlarına Göre İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Rize, 108.
- Tuhtakaya, N. (2019), "Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Mühendislik Tasarım Süreci Uygulamalarına Yönelik Görüşleri, Mühendislik Becerileri ve Bilimsel Yaratıcılıklarının Değerlendirilmesi", Yüksek Lisan Tezi, *Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Mersin Üniversitesi, Mersin, 201.
- Türk, N. (2019), "Eğitim Fakültelerinin Lisans Programlarına Yönelik Fen Teknoloji Mühendislik ve Matematik (STEM) Öğretim Programının Tasarlanması, Uygulanması ve Değerlendirilmesi", Doktora Tezi, *Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Türk Dil Kurumu, 2023, Türkçe sözlük, <https://sozluk.gov.tr/> [Erişim Tarihi: 02.03.2024].
- Uçar, R. (2019), "Argümantasyonla Zenginleştirilmiş STEM Etkinliklerinin 7. Sınıf Öğrencilerinin "Güneş Sistemi ve Ötesi" Ünitesindeki Akademik Başarılarına, Astronomiye Yönelik Tutumlarına, Eleştirel Düşünme Eğilimlerine ve STEM Kariyer İlgilerine Etkisi", (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın.
- Uluay, G. (2012), "İlköğretim 7. Sınıf Fen ve Teknoloji Dersi Kuvvet ve Hareket Konusunun Öğretiminde Bilimsel Tartışma (Argümantasyon) Odaklı Öğretim Yönteminin Öğrenci Başarısına Etkisinin İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kastamonu Üniversitesi, Kastamonu, 161.
- Ural, G. ve Bümen, N. 2016. A meta-analysis on instructional applications of constructivism in science and technology teaching: A sample of Turkey, *Education and Science*, 41(185), 51–82.
- Uzel, L. (2019), "6. Sınıf Madde ve Isı Ünitesinde Gerçekleştirilen Mühendislik Tasarım Temelli Uygulamaların Öğrencilerin Problem Çözme ve Tasarım Becerilerine Etkisinin Değerlendirilmesi", Yüksek Lisans Tezi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Aksaray Üniversitesi, Aksaray, 149.
- Wendell, K. B. 2008. "The theoretical and empirical basis for design-based science instruction for children, *Unpublished Qualifying Paper*, Tufts University.
- Wendell, K. B., Connolly, K. G., Wright, C. G., Jarvin, L., Rogers, C., Barnett, M., Marulcu, I. 2010. Incorporating engineering design into elementary school science curricula, *American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition*, Louisville, Ky.
- Wendell, K. B., Rogers, C. 2013. Engineering design-based science, science content performance, and science attitudes in elementary school, *Journal of Engineering Education*, 102(4), 513-540.
- Yangın, S. (2006), "2004 Programı Çerçevesinde İlköğretimde Fen ve Teknoloji Dersinin Konularına İlişkin Öğretmen ve Öğrenci Görüşleri", Doktora Tezi, *Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Yasak, M. T. (2017), "Tasarım Temelli Fen Eğitiminde, Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik Uygulamaları: Basınç Konusu Örneği", Yüksek Lisan Tezi, *Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas, 126.

- Yıldırım, A. ve Şimşek, H., 2006, Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri, *Seçkin Yayıncılık*, Ankara.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H., 2013, Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri, *Seçkin Yayıncılık*, Ankara, 446.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H., 2018, Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri, *Seçkin Yayıncılık*, Ankara, 432 - 242.
- Yıldırım, B. ve Selvi, M. 2017. An Experimental Research On Effects Of FeTeMM Applications and Mastery Learning, *Journal of Theory and Practice in Education*, 13 (2), 183-210.
- Yıldırım, B. ve Türk, C. 2018. Sınıf öğretmeni adaylarının STEM eğitime yönelik görüşleri: uygulamalı bir çalışma, *Trakya Eğitim Dergisi*, 8(2), 195-213.
- Yin, R. K. 2009. Case study research: Design and methods, *The Canadian Journal of Action Research*, 14(1), 69-71.



EKLER

EK-1 Veli İzin Belgesi

Sevgili Veliler,

“Madde ve Isı Ünitesinde Argümantasyon Temelli Mühendislik Tasarım Süreci Uygulamaları : Ortaokul 6. Sınıf Öğrencilerinin Görüş ve Deneyimleri” başlıklı araştırmayı yürütmekteyim. Araştırma 6. sınıf öğrencilerinin madde ve ısı ünitesinde uygulanan argümantasyon temelli mühendislik tasarım sürecine ilişkin görüşlerini alma ve deneyimlerini belirleme amacıyla bu araştırma yapılacaktır. Bu amaçla madde ve ısı ünitesi boyunca öğrencilere argümana dayalı mühendislik tasarım süreci etkinlik kağıtları uygulatılacak etkinlik sonunda öğrencilerle yarı yapılandırılmış görüşme yapılacaktır. Ders esnasında öğrencilerin akran değerlendirme yapmaları ayrıca ders sonunda öğrencilerden günlük tutmaları istenecektir. Çalışmaya katılım tamamen gönüllük esasına dayalıdır. Öğrenci araştırmaya katılmayabilir veya dilediği anda ölçekleri doldurmaktan vazgeçebilir. Araştırma kapsamında çocuğunuzun bedensel veya ruhsal sağlığını olumsuz etkileyecek ya da kimliğini açığa çıkaracak herhangi bir bilgi istenmemektedir. Bu nedenle çalışma herhangi bir risk taşımamaktadır. Çocuğunuzdan alınan bilgiler bilimsel amaçla kullanılacak ve hiçbir şekilde üçüncü şahıslarla paylaşılmayacaktır. Çocuğunuzun bu araştırmaya katılmasına izin vererek 6. sınıf öğrencilerinin madde ve ısı ünitesinde argümana dayalı mühendislik tasarım süreci uygulamaları hakkında görüşleri alınabilecek ve deneyimleri belirlenebilecektir. Araştırma ile ilgili sorularınızı aşağıdaki e-posta adresini ya da telefon numarasını kullanarak sorabilirsiniz.

Saygılarımla,

Fen Bilimleri Öğretmeni Dilara ŞENYILDIZ
Muş Alparslan Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü
Fen Bilgisi Eğitimi Yüksek Lisans

Çocuğum bu araştırmaya katılmasına izin veriyorum. Çocuğumun çalışmayı istediği zaman yarıda kesip bırakabileceğini biliyorum ve alınan bilgilerin araştırmada bilimsel amaçlarla kullanılmasını kabul ediyorum.

Velinin Adı-Soyadı.....

İmza

EK-2 Öğrenci Günlüğü**Tarih :****Grup Adı :**

Bugünkü etkinlikte.....
yaptık.

Etkinliği yaparken
fark ettim.

Tasarımımızı yaparken.....
basamaklarında zorlandık.

Yaptığımız etkinlikte
hissettim.

Grubumdaki arkadaşlarımla
 konusunda fikir ayrılığı yaşadım.

..... kavramlarını öğrendiğimi düşünüyorum.
 kavramlarını öğrenemediğimi düşünüyorum.

Tasarımımı tekrar yapacak olsaydım
önem verirdim.

Tasarımda.....hoşuma gitti,
hoşuma gitmedi.

Etkinlikte
olmalıydı.

Eğlendim çünkü.....

Sıkıldım çünkü.....

Grup çalışması yapmak istemezdim çünkü.....

Mühendislik tasarım süreci basamakları hakkında
 düşünüyorum.

Günlüğüme eklemek istediklerim

EK-3 Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu**Tarih :**

Bu formda argümantasyona dayalı mühendislik tasarım süreci ile ilgili 10 adet yapılandırılmış soru bulunmaktadır. Bu soruların hazırlanması için mühendislik tasarımı ile ilgili literatür taraması yapılmıştır. Sorular hazırlanarak mühendislik tasarım süreci konusunda uzman olan bir öğretim üyesinden, argümantasyon konusunda uzman olan başka bir öğretim üyesinden ve Türkçe öğretmeninden görüş alınmıştır. Alanında uzman olan kişilerin belirttiği önerileri, eleştirileri ve görüşleri doğrultusunda görüşme sorularına son hali verilmiştir. Lütfen hiçbir soruyu boş bırakmayınız. Formda bulunan sorular aşağıda sırasıyla verilmiştir:

1. Argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecini beğendiniz mi ? Neden ?
2. Argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinin size nasıl katkıları / yararları oldu ? Açıklayınız.
3. Argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinin olumsuz yanları var mı ? Varsa nelerdir ?
4. Etkinlik sürecinde neler hissettin ? Korku / Endişe / Kaygı yaşadığın oldu mu ?
5. Etkinlik sürecinde eğlenceli bulduğun noktalar nelerdir ?
6. Argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinin en çok hangi aşamasında zorlandınız ? Neden ?
7. Zorlandığınız kısımlarda neler yaptınız ? Açıklayınız ?
8. Argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecinin en çok hangi aşamasını beğendiniz ? Neden ?
9. İleride argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecine zaman ayırmak ister misiniz ?
10. Okul dışında da argümantasyona dayalı mühendislik tasarım sürecini uygulamak ister misiniz ?

EK-4 Etik Kurul İzni

MUŞ ALPARSLAN ÜNİVERSİTESİ
BİLİMSEL ARAŞTIRMA VE YAYIN ETİK KURULU DEĞERLENDİRME FORMU

Araştırmanın Başlığı:	"Madde ve Isır Ünitesinde Argümantasyon Temelli Mühendislik Tasarım Süreci Uygulamaları: Ortaokul 6. Sınıf Öğrencilerinin Görüş ve Deneyimleri" adlı çalışma.
Başvuru Formunun Etik Kurula geldiği tarih:	13.11.2023
Başvuru Formunun Etik Kurulda incelendiği tarih:	11.12.2023
Karar tarihi	11.12.2023

SONUÇ

1.	<input checked="" type="checkbox"/> Kabul
2.	<input type="checkbox"/> Düzeltme gereklidir: Etik sorun olabilecek sorular/maddeler, süreçler ya da unsurlar bulunmaktadır. Açıklama:
3.	<input type="checkbox"/> Red Gerekçe, Görüş, Tavsiye ve Açıklamalar:

Başvuru dosyasının incelenmesinde hazır bulunan ve araştırmayla doğrudan veya dolaylı olarak ilişkisi bulunmayan Etik Kurul başkan ve üyelerinin ad soyad ve imzaları,

Başkan
(e-İmzalıdır)
Prof. Dr. Ekrem ALMAZ

Üye
(e-İmzalıdır)
Doç. Dr. Canan DEMİR YILDIZ

Üye
(e-İmzalıdır)
Doç. Dr. Ramazan Şamil TATIK

Üye
(e-İmzalıdır)
Doç. Dr. Muhammed Fatih BİLİCİ

Üye
(e-İmzalıdır)
Dr. Öğr. Üyesi Yusuf AYDEN

Üye
(e-İmzalıdır)
Dr. Öğr. Üyesi Necmettin ÇİFTÇİ

Üye
(e-İmzalıdır)
Dr. Öğr. Üyesi Aytegin KILICLI

Üye
(e-İmzalıdır)
Dr. Öğr. Üyesi Gökhan DEMİREL

Üye
(e-İmzalıdır)
Dr. Öğr. Üyesi Güzde YETİM

EK-5 Muş Milli Eğitim Bakanlığı Araştırma İzni



T.C.
MUŞ VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü



Sayı : E-17480297-605.01-93199191
Konu : Araştırma Uygulama İzni
(Dilara KURT)

28.12.2023

MÜDÜRLÜK MAKAMINA

- İlgi : a) Milli Eğitim Bakanlığının (Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü) 21.01.2020 tarihli ve 81576613-10.06.02-E.1563890 sayılı 2020/2 numaralı Genelgesi.
b) Muş Alparslan Üniversitesi Rektörlüğü Genel Sekreterlik Yazı İşleri Müdürlüğünün 22.12.2023 tarihli ve 123073 sayılı yazısı ve ekleri.

İlgi (b) yazı ile Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü Fen Bilgisi Eğitimi Ana Bilim Dalı tezli yüksek lisans öğrencisi Dilara KURT'un "**Madde ve Isı Ünitesinde Argümantasyon Temelli Mühendislik Tasarım Süreci Uygulamaları, Ortaokul 6.Sınıf Öğrencilerinin Görüş ve Deneyimleri**" konulu çalışmasına veri toplamak amacıyla müdürlüğümüze bağlı resmi eğitim kurumlarında tez çalışması uygulama talebinde bulunmuştur.

Söz konusu talep müdürlüğümüzce oluşturulan araştırma uygulama izin komisyonu tarafından incelenmiş olup, yapılacak araştırma uygulama izninin ilgi (a) Genelge hükümleri doğrultusunda, eğitim ve öğretimi aksatmayacak şekilde gönüllülük esasına dayalı olarak yapılmasını ve uygulamalarda sadece ekte sunulan imzalı ve mühürlü veri toplama araçlarının kullanılması Müdürlüğümüzce uygun görülmektedir.

Makamlarınızca da uygun görülmesi halinde olurlarımıza arz ederim.

Şerafettin YILDIZ
İl Millî Eğitim Şube Müdürü

OLUR
Enver KIVANÇ
İl Millî Eğitim Müdürü

- Ek:
1-Anket ve Araştırma Ön İnceleme Formu (1 Sayfa)
2-Tez Çalışma Evrakları (19 Sayfa)

Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Adres : Hürriyet Mahallesi Yeni Hükümet Caddesi No:515 Muş Merkez

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

Bilgi için: Mustafa ÖNER

Telefon No : 0(436) 212 35 83

Uyvan : Şef

E-Posta: stratejigelistirme49@meb.gov.tr

İnternet Adresi: <https://mus.meb.gov.tr>

Faks:4362121988

Kop Adresi : meb@hs01.kop.tr

Bu elektronik belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. <https://ozelik.sorum.meb.gov.tr/adresinden> 2ef6f-7ed9-3347-ba9d-ch24 kodu ile teyit edilebilir.



EK-6 Argümantasyona Dayalı Mühendislik Tasarım Süreci Etkinlikleri

ETKİNLİK-1: GEMİ MÜHENDİSİ OLDUM

Kazanım: F.6.4.2.1. Yoğunluğu tanımlar.

Tarih:

Süre: 6 ders saati

Grup Adı:

Grup Üyeleri:

Grup Sözcüsü:

Yazıcı:

Malzeme Alıcı:

Örnek Olay: Ahmet arkadaşlarıyla oyun oynarken kağıttan bir gemi yapar ve gemisini yüzdürmek ister. Leğenin içerisine su koyduktan sonra gemisini suyun üzerine bırakır. Geminin suyun üzerinde yüzmeyip battığını görür ve bu duruma çok üzülür. Sizden bir gemi mühendisi olduğunuzu hayal etmeniz ve suyun üzerinde batmayacak bir gemi inşa etmeniz istenmektedir. Geminizin yapımında aşağıdaki kriterlere dikkat ederek tasarımınızı gerçekleştiriniz.

Maliyet	Tasarımınızın maliyeti 60 tl'yi geçmemelidir.
Dayanıklılık	Gemiye suyun üzerine koyduğunuzda en az 1 dakika batmamalıdır.
Görünüm	Tasarımın şekli gemiye benzemeli ve temiz olmalıdır.
Zaman	Tasarımı belirtilen süre içinde (2 ders saati) tamamlamış olmalısınız.
Malzeme Sayısı	En az 5 malzeme en fazla 15 malzeme kullanabilirsiniz.

1. PROBLEMİN BELİRLENMESİ (20 dk.)

Ahmet'in bu örnek olayda karşılaştığı problem/ler neler olabilir? Problem durumunu en iyi ifade eden iddia cümleleriniz nedir ?

2. OLASI ÇÖZÜMLERİN ARAŞTIRILMASI (20 dk.)

İfade ettiğiniz problemi çözmek için ne gibi bilgilere ihtiyacınız vardır? Sınıfta bulunan kaynakları (internet, kitap) kullanarak araştırma yapabilirsiniz. Araştırma sonucunda öğrendiklerinizi buraya yazınız. Tasarımınızda hangi araç-gereçleri kullanmayı planlıyorsunuz?

3. EN UYGUN ÇÖZÜMÜN SEÇİLMESİ (40 dk.)

Hayal dünyanızı ve yaratıcılığınızı kullanarak ifade ettiğiniz problemleri çözebilmek için sizce ne yapılmalıdır? (Her grup üyesi en az 1 tane çözüm önerisi bulmalıdır.)

1. Çözüm önerisi:

2. Çözüm önerisi:

Mühendisler çözüm önerilerinden birine karar verebilmek için aşağıda verilen karar matrisinden yararlanır. Tabloda önerdiğiniz her bir çözüm önerisi hangi kriterlere sahipse ilgili kutucuğa (+), sahip değilse (-) işareti koyarak en iyi çözümü belirleyiniz.

Çözüm Önerileri	Kriterler				
	1.Kriter: Maliyet	2.Kriter: Dayanıklılık	3.Kriter: Görünüm	4.Kriter: Zaman	5.Kriter: Malzeme sayısı
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					

Grup İçi Tartışma: Her grup üyesi aşağıdaki soruları tek tek cevaplayacaktır. Sorular cevaplandıktan sonra grupça tartışma yapılacak ve en iyi çözüm önerisi seçilecektir.

1. Problemi çözebilmek için iddian nedir?

2. İddian için gerekçen nedir?

3. Arkadaşlarını kendi argümanına ikna etmek için neler söylersin?

Grupça karar verdiğimiz en iyi çözüm önerisi

Bilimsel gerekçesi

4. PROTOTİPİN YAPILMASI (80 dk.)

Prototipin tasarımını yapmadan önce prototipin çizimini yapmanızda fayda vardır. Her grup üyesi ayrı ayrı kriterlere dikkat ederek prototipin çizimini aşağıdaki boş kutucuğa yapacaktır. Çizimler yapıldıktan sonra grupça çizimlerin iyi ve yanlış yönlerini tartışacaktır. Tartışma sonunda grubun prototipini yapacağı çizim boş bir sayfaya çizilerek karara varılacaktır.

- Çiziminizin açıklaması nedir?
- Bu çizimi seçme gerekçen nedir?
- Arkadaşlarımı kendi çizimine ikna etmek için neler söylersin?

Artık grupça çizdiğiniz prototip için malzemeleri alıp tasarımınızı yapmaya başlayabilirsiniz.

Malzeme Listesi	Fiyatları	Adet	Toplam
Strafor köpük	3 tl		
Fon kağıdı	4 tl		
A-4 kağıdı	1 tl		
Mukavva kağıt	5 tl		
Paket lastiği	1 tl		
Pipet	4 tl		
Çöp şiş	1 tl		
Kürdan	1 tl		
Bağlantı kablosu	1 tl		
12 V DC motor deney seti	10 tl		
Pil	2 tl		
Makas veya maket bıçağı	3 tl		
Mini led ampul	1 tl		
Cetvel	2 tl		
Tahta blok parçaları	3 tl		
Raptiye	1 tl		
İplik	3 tl		
Kumaş parçası veya bez	4 tl		
Balon	2 tl		
Bakır tel	3 tl		
Sünger	4 tl		
Pastel boya veya sulu boya	2 tl		
Kuru boya veya keçeli kalem	3 tl		
Koli bandı veya yapıştırıcı uhu	5 tl		
Plastik şişe	3 tl		
Silikon tabancası	7 tl		
Ahşap yuvarlak çubuk ve ahşap dil çubuğu	1 tl		

Güvenlik Uyarısı: Kesici, delici alet kullanırken öğretmeninizden yardım alın !

5. PROTOTİPİN TEST EDİLMESİ (80 dk.)

Prototipi test ederek problemin çözümü için yeterli olup olmadığını tartışınız.

KRİTERLER	Kriterleri Sağlama Durumu	Sonuç
Maliyet	60 tl ve altı	
	60 tl üzeri	
Dayanıklılık	1 dakikadan daha kısa sürede battı	
	1 dakikadan uzun süre yüzdü	
Görünüm	Gemi görünümüne sahip	
	Gemi görünümüne sahip değil	
Zaman	Belirtilen süre içerisinde tamamlandı	
	Belirtilen süreden daha uzun sürdü	
Malzeme Sayısı	5 ile 15 arası malzeme sayısı	
	15 ve üzeri malzeme sayısı	

Grup içinde arkadaşlarınızla tartışarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- Tasarımınızın güçlü kısımları nelerdir?
- Tasarımınızın zayıf kısımları nelerdir?
- Tasarımınızın geliştirilmesi gereken yerleri nelerdir?
- Yaptığımız prototip problemin çözümü için yeterli oldu mu karar veriniz.
EVET YETERLİ OLDU() HAYIR YETERLİ OLMADI ()

Şimdi sizlerden tasarımınızı diğer gruptaki arkadaşlarınıza sunmanızı istiyorum. Sunum yaparken gazete haberi, televizyon reklamı, poster, afiş vb. hazırlayarak sunumunuzu renkli hale getirebilirsiniz. Aşağıdaki soruları cevaplandırdıktan sonra sunuma başlayabilirsiniz.

1. Arkadaşlarınızı tasarımınıza ikna etmek için neler söylersiniz?

2. Herhangi bir arkadaşınız tasarımınıza karşı argümanla cevap verseydi ona ne söylerdin?

ETKİNLİK-2: ENDÜSTRİ MÜHENDİSİYİM**Kazanım:** F.6.4.3.3. Alternatif ısı yalıtım malzemeleri geliştirir.**Tarih:****Süre:** 6 ders saati**Grup Adı:****Grup Üyeleri:****Grup Sözcüsü:****Yazıcı:****Malzeme Alıcı:**

Örnek Olay: Sıcak bir yaz gününde ailesiyle beraber parka giden Süleyman top oynarken çok susamıştır. Su içmek için annesinin parka getirdiği plastik şişeyi eline alır. Şişenin kapağının açık kaldığını ve içerisindeki suyun azaldığını fark eder. Bir endüstri mühendisi olduğunuzu varsayarak Süleyman'ın nasıl bir şişeye suyunu koymasına gerektiğini sizler aşağıda verilen kriterlere dikkat ederek tasarlayınız.

Maliyet	Tasarımınızın maliyeti 90 tl'yi geçmemelidir.
Sıcaklık Ölçümü	Şişenin sıcaklığı dört dakikada en fazla 2°C derece düşmelidir.
Görünüm	Tasarımın şekli şişeye benzemeli ve temiz olmalıdır.
Zaman	Tasarımı belirtilen süre içinde (2 ders saati) tamamlamış olmalısınız.
Malzeme Sayısı	En az 10 malzeme en fazla 20 malzeme kullanabilirsiniz.

1.PROBLEMİN BELİRLENMESİ (20 dk.)

Süleyman'ın bu örnek olayda karşılaştığı problem/ler nedir? Şişenin içindeki suyun azalma sebebi ne olabilir? Problem durumunu en iyi ifade eden iddia cümleleriniz nedir?

2. OLASI ÇÖZÜMLERİN ARAŞTIRILMASI (20 dk.)

İfade ettiğiniz problemi çözmek için ne gibi bilgilere ihtiyacınız vardır? Sınıfta bulunan kaynakları (internet, kitap) kullanarak araştırma yapabilirsiniz. Araştırma sonucunda öğrendiklerinizi buraya yazınız. Tasarımınızda hangi araç-gereçleri kullanmayı planlıyorsunuz?

3. EN UYGUN ÇÖZÜMÜN SEÇİLMESİ (40 dk.)

Hayal dünyanızı ve yaratıcılığınızı kullanarak ifade ettiğiniz problemleri çözebilmek için sizce ne yapılmalıdır? (Her grup üyesi en az 1 tane çözüm önerisi bulmalıdır.)

1. Çözüm önerisi:**2. Çözüm önerisi:**

Mühendisler çözüm önerilerinden birine karar verebilmek için aşağıda verilen karar matrisinden yararlanır. Tabloda önerdiğiniz her bir çözüm önerisi hangi kritere sahipse ilgili kutucuğa (+), sahip değilse (-) işareti koyarak en iyi çözümü belirleyiniz.

Çözüm Önerileri	Kriterler				
	1.Kriter: Maliyet	2.Kriter: Dayanıklılık	3.Kriter: Görünüm	4.Kriter: Zaman	5.Kriter: Malzeme sayısı
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					

Grup İçi Tartışma: Her grup üyesi aşağıdaki soruları tek tek cevaplayacaktır. Sorular cevaplandıktan sonra grupça tartışma yapılacak ve en iyi çözüm önerisi seçilecektir.

- Problemi çözebilmek için iddian nedir?
- İddian için gerekçen nedir?
- Arkadaşlarını kendi argümanına ikna etmek için neler söylersin?

Grupça karar verdiğimiz en iyi çözüm önerisi

.....

Bilimsel gerekçesi

.....

.....

.....

4. PROTOTİPİN YAPILMASI (80 dk.)

Prototipin tasarımını yapmadan önce prototipin çizimini yapmanızda fayda vardır. Her grup üyesi ayrı ayrı kriterlere dikkat ederek prototipin çizimini aşağıdaki boş kutucuğa yapacaktır. Çizimler yapıldıktan sonra grupça çizimlerin iyi ve yanlış yönlerini tartışacaktır. Tartışma sonunda grubun prototipini yapacağı çizim boş bir sayfaya çizilerek karara varılacaktır.

- Çiziminizin açıklaması nedir?
- Bu çizimi seçme gerekçen nedir?
- Arkadaşlarımı kendi çizimine ikna etmek için ne söylersin?

Artık grupça çizdiğiniz prototip için malzemeleri alıp tasarımınızı yapmaya başlayabilirsiniz.

Malzeme Listesi	Fiyatları	Adet	Toplam
Silikon tabancası	5 tl		
Mukavva kağıt	5 tl		
Paket lastiği	2 tl		
Makas veya maket bıçağı	3 tl		
Yapıştırıcı bant veya uhu	3 tl		
Cetvel	1 tl		
Pamuk	5 tl		
Fon kağıdı	5 tl		
Alüminyum folyo	5 tl		
A-4 Kağıdı	3 tl		
Tahta parçaları	3 tl		
Boya kalemleri	3 tl		
Yağlı kağıt	5 tl		
Yün iplik	3 tl		
Kumaş parçası veya bez	5 tl		
Sünger	3 tl		
Keçe	5 tl		
Plastik şişe	5 tl		
Kavanoz	5 tl		
Oyun hamuru	5 tl		
Strafor köpük	3 tl		
Streç film	4 tl		
Ahşap dil çubuğu	1 tl		
			Toplam Maliyet:

Güvenlik Uyarısı: Kesici, delici alet kullanırken öğretmeninizden yardım alın !

5. PROTOTİPİN TEST EDİLMESİ (80 dk.)

Prototipi test ederek problemin çözümü için yeterli olup olmadığını tartışınız.

KRİTERLER	Kriterleri Sağlama Durumu	Sonuç
Maliyet	90 tl altı	
	90 tl	
	90 tl üzeri	
Sıcaklık Ölçümü	1 dk. sıcaklık	
	4.dk sıcaklık	
	5.dk sıcaklık	
Görünüm	Şişe görünümüne sahip	
	Şişe görünümüne sahip değil	
Zaman	Belirtilen süre içerisinde bitti	
	Belirtilen süreden uzun sürdü	
Malzeme Sayısı	10 ile 20 arası malzeme sayısı	
	20 ve üzeri malzeme sayısı	

Grup içinde arkadaşlarınızla tartışarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- Tasarımınızın güçlü kısımları nelerdir?
- Tasarımınızın zayıf kısımları nelerdir?
- Tasarımınızın geliştirilmesi gereken yerleri nelerdir?
- Yaptığımız prototip problemin çözümü için yeterli oldu mu karar veriniz.
EVET YETERLİ OLDU() HAYIR YETERLİ OLMADI ()

Şimdi sizlerden tasarımınızı diğer gruptaki arkadaşlarınıza sunmanızı istiyorum. Sunum yaparken gazete haberi, televizyon reklamı, poster, afiş vb. hazırlayarak sunumunuzu renkli hale getirebilirsiniz. Aşağıdaki soruları cevaplandırdıktan sonra sunuma başlayabilirsiniz.

1. Arkadaşlarınızı tasarımınıza ikna etmek için neler söylersiniz?

2. Herhangi bir arkadaşınız tasarımınıza karşı argümanla cevap verseydi ona ne söylerdin?

ETKİNLİK-3: DAYANIKLI PORTAKALLARIM

Kazanım: F.6.4.3.2. Binalarda kullanılan ısı yalıtım malzemelerinin seçilme ölçütlerini belirler.

Süre: 6 ders saati

Tarih:

Grup Adı:

Grup Üyeleri:

Grup Sözcüsü:

Yazıcı:

Malzeme Alıcı:

Örnek Olay: Çiftçi olan Tahsin Bey'in, topladığı portakallarını satana kadar depoda bekletmesi gerekmektedir. Bahçesinde deposu olmadığı için depo yapmaya karar verir. Depolayacağı yeri yaparken portakalların sıcaktan etkilenmemesine dikkat edecektir. Siz bir inşaat mühendisi olduğunuzu varsayarak Tahsin Bey'in durumunda olsaydınız depolayacağınız yeri nasıl tasarladınız? Aşağıdaki kriterlere dikkat ederek tasarımınızı gerçekleştiriniz.

Maliyet	Tasarımınızın maliyeti 1000 tl'yi geçmemelidir.
Sıcaklık Ölçümü	Deponun sıcaklığı 4 dakikada en fazla 1°C artmalıdır.
Görünüm	Tasarımın şekli depoya benzemeli ve temiz olmalıdır.
Zaman	Tasarımı belirtilen süre (2 ders saati) içinde tamamlamış olmalısınız.
Malzeme Sayısı	En az 7 malzeme en fazla 15 malzeme kullanabilirsiniz.

1. PROBLEMİN BELİRLENMESİ (20 dk.)

Tahsin Bey'in bu örnek olayda karşılaştığı problem/ler neler olabilir? Problem durumunu en iyi ifade eden iddia cümleleriniz nedir?

2. OLASI ÇÖZÜMLERİN ARAŞTIRILMASI (20 dk.)

İfade ettiğiniz problemi çözmek için ne gibi bilgilere ihtiyacınız vardır? Sınıfta bulunan kaynakları (internet, kitap) kullanarak araştırma yapabilirsiniz. Araştırma sonucunda öğrendiklerinizi buraya yazınız. Tasarımınızda hangi araç-gereçleri kullanmayı planlıyorsunuz?

3. EN UYGUN ÇÖZÜMÜN SEÇİLMESİ (40 dk.)

Hayal dünyanızı ve yaratıcılığınızı kullanarak ifade ettiğiniz problemleri çözebilmek için sizce ne yapılmalıdır? (Her grup üyesi en az 1 tane çözüm önerisi bulmalıdır.)

1.Çözüm önerisi:

2.Çözüm önerisi:

Mühendisler çözüm önerilerinden birine karar verebilmek için aşağıda verilen karar matrisinden yararlanır. Tabloda önerdiğiniz her bir çözüm önerisi hangi kriterlere sahipse ilgili kutucuğa (+), sahip değilse (-) işareti koyarak en iyi çözümü belirleyiniz.

Çözüm Önerileri	Kriterler				
	1.Kriter: Maliyet	2.Kriter: Dayanıklılık	3.Kriter: Görünüm	4.Kriter: Zaman	5.Kriter: Malzeme sayısı
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					

Grup İçi Tartışma: Her grup üyesi aşağıdaki soruları tek tek cevaplayacaktır. Sorular cevaplandıktan sonra grupça tartışma yapılacak ve en iyi çözüm önerisi seçilecektir.

- Problemi çözebilmek için iddian nedir?
- İddian için gerekçen nedir?

Grupça karar verdiğimiz en iyi çözüm önerisi

Bilimsel gerekçesi

.....

.....

.....

4. PROTOTİPİN YAPILMASI (80 dk.)

Prototipin tasarımını yapmadan önce prototipin çizimini yapmanızda fayda vardır. Her grup üyesi ayrı ayrı kriterlere dikkat ederek prototipin çizimini aşağıdaki boş kutucuğa yapacaktır. Çizimler yapıldıktan sonra grupça çizimlerin iyi ve yanlış yönlerini tartışacaktır. Tartışma sonunda grubun prototipini yapacağı çizim boş bir sayfaya çizilerek karara varılacaktır.

- Çiziminizin açıklaması nedir ?
- Bu çizimi seçme gerekçen nedir?
- Arkadaşlarımı kendi çizimine ikna etmek için neler söylersin ?

Artık grupça çizdiğiniz prototip için malzemeleri alıp tasarımınızı yapmaya başlayabilirsiniz.

Malzeme Listesi	Fiyatları	Adet	Toplam
Strafor köpük	5 tl		
Taş	1 tl		
Silikon tabancası	15 tl		
Mukavva kağıt	10 tl		
A-4 Kağıdı	3 tl		
Alüminyum folyo	4 tl		
Pipet	3 tl		
Bakır tel	3 tl		
Raptiye	3 tl		
Paket lastik	5 tl		
Şişe kapağı	5 tl		
Karton koli	40 tl		
Çöp şiş	3 tl		
Dil çubuğu	2 tl		
Fon kağıdı	5 tl		
Kürdan	3 tl		
Pamuk	5 tl		
Makas veya maket bıçağı	3 tl		
Yapıştırıcı bant veya uhu	3 tl		
Cetvel	1 tl		
Oyun Hamuru	5 tl		
Yağlı kağıt	5 tl		
Keçe	5 tl		
Boya kalemleri	3 tl		
Tahta blok	5 tl		

İplik	2 tl		
Kumaş parçası veya bez	5 tl		
Sünger	5 tl		
			Toplam Maliyet:

Güvenlik Uyarısı: Kesici, delici alet kullanırken öğretmeninizden yardım alın !

5. PROTOTİPİN TEST EDİLMESİ (80 dk.)

Prototipi test ederek problemin çözümü için yeterli olup olmadığını tartışınız.

KRİTERLER	Kriterleri Sağlama Durumu	Sonuç
Maliyet	100 tl altı	
	100 tl	
	100 tl üzeri	
Sıcaklık Ölçümü	1. dakikada sıcaklık	
	4. dakikada sıcaklık	
	5.dakikada sıcaklık	
Görünüm	Depo görünümüne sahip	
	Depo görünümüne sahip değil	
Zaman	Belirtilen süre içerisinde bitti	
	Belirtilen süreden uzun sürdü	
Malzeme Sayısı	7 ile 15 arası malzeme sayısı	
	15 ve üzeri malzeme sayısı	

Grup içinde arkadaşlarınızla tartışarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- Tasarımınızın güçlü kısımları nelerdir?
- Tasarımınızın zayıf kısımları nelerdir?
- Tasarımınızın geliştirilmesi gereken yerleri nelerdir?
- Yaptığınız prototip problemin çözümü için yeterli oldu mu karar veriniz.
EVET YETERLİ OLDU() HAYIR YETERLİ OLMADI ()

Şimdi sizlerden tasarımınızı diğer gruptaki arkadaşlarınıza sunmanızı istiyorum. Sunum yaparken gazete haberi, televizyon reklamı, poster, afiş vb. hazırlayarak sunumunuzu renkli hale getirebilirsiniz. Aşağıdaki soruları cevaplandırdıktan sonra sunuma başlayabilirsiniz.

1. Arkadaşlarınızı tasarımınıza ikna etmek için neler söylersiniz?

2. Herhangi bir arkadaşınız tasarımınıza karşı argümanla cevap verseydi ona ne söyledin?

ETKİNLİK-4: HER EVİN ELEKTRİĞİ VAR

Kazanım:

F.6.4.4.1. Yakıtları, katı, sıvı ve gaz yakıtlar olarak sınıflandırıp yaygın şekilde kullanılan yakıtlara örnekler verir. Fosil yakıtların sınırlı olduğu ve yenilenemez enerji kaynaklarından biri olduğu belirtilir ve yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi örnekler verilerek vurgulanır.

Süre: 6 ders saati

Tarih:

Grup Adı:

Grup Üyeleri:

Grup Sözcüsü:

Yazıcı:

Malzeme Alıcı:

Örnek Olay: Köylerinde sık sık elektrik kesilen Gizem bu duruma çözüm bulmak ister. Köylerinin konumunu düşünerek elektrik üretmeye karar verir. Köyleri yüksek bir dağda yer aldığı için rüzgar türbinini kullanarak elektrik üretmeye karar verir. Kendinizi enerji sistemleri mühendisi olarak hayal ederek Gizem'in problemini çözmeye ne dersiniz? Tasarımınızın yapımında aşağıdaki kriterlere dikkat ederek tasarımınızı gerçekleştiriniz.

Maliyet	Tasarımınızın maliyeti 100 tl'yi geçmemelidir.
Tasarımın Çalışması	Rüzgar türbinini çalışıyor olmalıdır.
Görünüm	Tasarımın şekli gerçeğine benzemeli ve temiz olmalıdır.
Zaman	Tasarımı belirtilen süre (2 ders saati) içinde tamamlamış olmalısınız.
Malzeme Sayısı	En az 10 malzeme en fazla 15 malzeme kullanabilirsiniz.

1.PROBLEMİN BELİRLENMESİ (20 dk.)

Gizem'in bu örnek olayda karşılaştığı problem/ler neler olabilir? Problem durumunu en iyi ifade eden iddia cümleleriniz nedir?

2. OLASI ÇÖZÜMLERİN ARAŞTIRILMASI (20 dk.)

İfade ettiğiniz problemi çözmek için ne gibi bilgilere ihtiyacınız vardır? Sınıfta bulunan kaynakları (internet, kitap) kullanarak araştırma yapabilirsiniz. Araştırma sonucunda öğrendiklerinizi buraya yazınız. Tasarımınızda hangi araç-gereçleri kullanmayı planlıyorsunuz?

3. EN UYGUN ÇÖZÜMÜN SEÇİLMESİ (40 dk.)

Hayal dünyanızı ve yaratıcılığınızı kullanarak ifade ettiğiniz problemleri çözebilmek için sizce ne yapılmalıdır? (Her grup üyesi en az 1 tane çözüm önerisi bulmalıdır.)

1.Çözüm önerisi:

2.Çözüm önerisi:

Mühendisler çözüm önerilerinden birine karar verebilmek için aşağıda verilen karar matrisinden yararlanır. Tabloda önerdiğiniz her bir çözüm önerisi hangi kritere sahipse ilgili kutucuğa (+), sahip değilse (-) işareti koyarak en iyi çözümü belirleyiniz.

Çözüm Önerileri	Kriterler				
	1.Kriter: Maliyet	2.Kriter: Dayanıklılık	3.Kriter: Görünüm	4.Kriter: Zaman	5.Kriter: Malzeme sayısı
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					

Grup İçi Tartışma: Her grup üyesi aşağıdaki soruları tek tek cevaplayacaktır. Sorular cevaplandıktan sonra grupça tartışma yapılacak ve en iyi çözüm önerisi seçilecektir.

- Problemi çözebilmek için iddian nedir?
- İddian için gerekçen nedir?
- Arkadaşlarımı kendi argümanına ikna etmek için neler söylersin?

Grupça karar verdiğimiz en iyi çözüm önerisi

Bilimsel gerekçesi

.....

4. PROTOTİPİN YAPILMASI (80 dk.)

Prototipin tasarımını yapmadan önce prototipin çizimini yapmanızda fayda vardır. Her grup üyesi ayrı ayrı kriterlere dikkat ederek prototipin çizimini aşağıdaki boş kutucuğa yapacaktır. Çizimler yapıldıktan sonra grupça çizimlerin iyi ve yanlış yönlerini tartışacaktır. Tartışma sonunda grubun prototipini yapacağı çizim boş bir sayfaya çizilerek karara varılacaktır.

- Çiziminizin açıklaması nedir?
- Bu çizimi seçme gerekçen nedir?
- Arkadaşlarımı kendi çizimine ikna etmek için neler söylersin?

Artık grupça çizdiğiniz prototip için malzemeleri alıp tasarımınızı yapmaya başlayabilirsiniz.

Malzeme Listesi	Fiyatları	Adet	Toplam
Strafor köpük	5 tl		
Pervane	10 tl		
Silikon tabancası	10 tl		
Mukavva kağıt	5 tl		
Paket lastiği	2 tl		
Pipet	2 tl		
Çöp şiş	3 tl		
Pil	5 tl		
Bağlantı kablosu	12 tl		
12 V DC Motor	15 tl		
Anahtar	3 tl		
Makas veya maket bıçağı	3 tl		
Yapıştırıcı bant veya uhu	3 tl		
Cetvel	1 tl		
Pil yatağı	2 tl		
Şişe kapağı	1 tl		
Boya kalemleri	3 tl		
Fon kağıt	5 tl		
İplik	2 tl		
Dil çubuğu	3 tl		

Mini led ampül	3 tl		
Duy	2 tl		
			Toplam Maliyet:

Güvenlik Uyarısı: Kesici, delici alet kullanırken öğretmeninizden yardım alın !

5. PROTOTİPİN TEST EDİLMESİ (80 dk.)

Prototipi test ederek problemin çözümü için yeterli olup olmadığını tartışınız.

KRİTERLER	Kriterleri Sağlama Durumu	Sonuç
Maliyet	100 tl altı	
	100 tl	
	100 tl ve üzeri	
Tasarımın Çalışması	Rüzgar türbini çalışıyor	
	Rüzgar türbini çalışmıyor	
Görünüm	Rüzgar türbini görünümüne sahip	
	Rüzgar türbini görünümüne sahip değil	
Zaman	Belirtilen süre içerisinde bitti	
	Belirtilen süreden uzun sürdü	
Malzeme Sayısı	10 ile 15 arası malzeme sayısı	
	15 ve üzeri malzeme sayısı	

Grup içinde arkadaşlarınızla tartışarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- Tasarımınızın güçlü kısımları nelerdir?
- Tasarımınızın zayıf kısımları nelerdir?
- Tasarımınızın geliştirilmesi gereken yerleri nelerdir?
- Yaptığınız prototip problemin çözümü için yeterli oldu mu karar veriniz.
EVET YETERLİ OLDU() HAYIR YETERLİ OLMADI ()

Şimdi sizlerden tasarımınızı diğer gruptaki arkadaşlarınıza sunmanızı istiyorum. Sunum yaparken gazete haberi, televizyon reklamı, poster, afiş vb. hazırlayarak sunumunuzu renkli hale getirebilirsiniz. Aşağıdaki soruları cevaplandırdıktan sonra sunuma başlayabilirsiniz.

1. Arkadaşlarınızı tasarımınıza ikna etmek için neler söylersiniz?

2. Herhangi bir arkadaşınız tasarımınıza karşı argümanla cevap verseydi ona ne söyledin?

ÖZGEÇMİŞ**KİŞİSEL BİLGİLER**

Adı Soyadı : Dilara ŞENYILDIZ

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	Vali Erol Çakır Anadolu Lisesi/ Karşıyaka/İZMİR	15/06/2015
Üniversite	Aydın Adnan Menderes Üniversitesi/ Efeler/AYDIN	10/06/2019
Yüksek Lisans	Muş Alparslan Üniversitesi	Devam Ediyor.
Doktora		

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
14.04.2021-05.06.2021	İzmir Karşıyaka Fevzipaşa Ortaokulu	Öğretmen
14.09.2021 - Halen	Muş Korkut Kümbet Yunus Emre YBO	Öğretmen