

T.C.
MUŞ ALPARSLAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ ANABİLİMDALI

SEDA ALTAŞ

STEM EĞİTİMİ YAKLAŞIMININ SINIF ÖĞRETMENİ ADAYLARININ
MÜHENDİSLİK TASARIM SÜREÇLERİNE, MÜHENDİSLİK VE
TEKNOLOJİ ALGILARINA ETKİSİNİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MUŞ-2018

T.C.
MUŞ ALPARSLAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ ANABİLİMDALI

SEDA ALTAŞ

STEM EĞİTİMİ YAKLAŞIMININ SINIF ÖĞRETMENİ ADAYLARININ
MÜHENDİSLİK TASARIM SÜREÇLERİNE, MÜHENDİSLİK VE
TEKNOLOJİ ALGILARINA ETKİSİNİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Danışman

Prof. Dr. İbrahim ERDOĞAN

MUŞ-2018

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Muş Alparslan Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav yönetmeliğine göre hazırlamış olduğum “STEM Eğitimi Yaklaşımının Sınıf Öğretmeni Adaylarının Mühendislik Tasarım Süreçlerine, Mühendislik ve Teknoloji Algılarına Etkisinin İncelenmesi” adlı tezin tamamen kendi çalışmam olduğunu ve her alıntıya kaynak gösterdiğimi taahhüt eder, tezimin kâğıt ve elektronik kopyalarının Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü arşivlerinde aşağıda belirttiğim koşullarda saklanmasına izin verdiğimi onaylarım.

Lisansüstü Eğitim-Öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim.

Tezimin tamamı her yerden erişime açılabilir.

Tezim sadece Muş Alparslan Üniversitesi yerleşkelerinden erişime açılabilir.

Teziminyıl süreyle erişime açılmasını istemiyorum. Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde, seminerimin tamamı her yerden erişime açılabilir.

S. Altaş

15.05.2018

Seda ALTAŞ

“Bu çalışma, Muş Alparslan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince desteklenmiştir. Proje Numarası: MŞÜ16-EMF-G08”

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Prof. Dr. İbrahim ERDOĞAN danışmanlığında, Seda ALTAŞ tarafından hazırlanan “STEM eğitimi yaklaşımının sınıf öğretmeni adaylarının mühendislik tasarım süreçlerine, mühendislik ve teknoloji algılarına etkisinin incelenmesi” konulu bu çalışma 08/05/2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Fen Bilimleri Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Mustafa Sami TOPÇU

İmza :

Jüri Üyesi : Prof. Dr. İbrahim ERDOĞAN

İmza :

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Bayram GÜNDÜZ

İmza :

Yukarıdaki imzalar adı geçen öğretim üyelerine aittir.



15.05/2018

Prof. Dr. Murad Aydın ŞANDA
Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Sadece eğitim hayatımda değil, hayatımın tüm aşamasında verdiğim kararların sonucu ne olursa olsun devamında beni düşünerek hareket eden, sevgilerini, güvenlerini, desteklerini her daim hissettiğim, onların evlatları olduğum için gurur duyduğum annem Menekşe ALTAŞ'a ve babam Recep ALTAŞ'a, bu süreçte beni cesaretlendiren, yüzümü güldüren, emeklerini hiçbir zaman esirgemeyen, zorlandığım zamanlarda yanımda olan abim Serkan ALTAŞ ve Ailesine, ablalarım Sevil ALTAŞ'a, ve Sevda ALTAŞ'a -hangi teşekkür ifadesini etsem yetersiz kalacağımı düşünerek- milyonlarca kez TEŞEKKÜR EDİYORUM.

Lisans ve yüksek lisans dönemi boyunca öğrencisi olmaktan büyük onur duyduğum, bana her konuda rehber olan, yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen, lisans dönemimde olaylara bakış açısıyla, iş hayatındaki disipliniyle, öğretmenlik anlayışıyla yüksek lisans dönemimde ise sabrı, kişiliği, bilgileriyle bana sürekli bir şeyler katan, çalışmalarına yön veren ve her zaman örnek alacağım, danışmanım demekten gurur duyduğum Prof. Dr. İbrahim ERDOĞAN' a,

Beni tanıdıktan sonra desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen, lisans ve yüksek lisans dönemim boyunca yanımda olmalarından mutluluk duyduğum ve benim için çok değerli olan Doç. Dr. Bayram GÜNDÜZ' e ve Öğr. Gör. Songül ÇİFTÇİ' ye, tezimin bugünkü hale gelmesinde büyük emeği olan yardımlarını ve desteğini esirgemeyen Dr. Öğretim Üyesi Bekir YILDIRIM' a, tezimin gelişmesine katkı sağlayan Prof. Dr. Mustafa Sami TOPÇU' ya ve Arş. Gör. Ayşe ÇİFTÇİ' ye,

Lisans ve yüksek lisans dönemimde bilgilerinden, tecrübelerinden faydalandığım bütün hocalarım sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Sadece tez sürecinde değil, hayatımın her aşamasında manevi desteklerini hep hissettiklerim, her sıkıldığımda yanımda olduklarını bildiklerim arkadaşlıktan fazlası olan değerli arkadaşlarıma da teşekkür ediyorum.

Bu tezin oluşması aşamasında katkısı olan o kadar çok insan var ki, o yüzden ismine yer veremediğim ya da unuttuğum herkesten aynı zamanda özür diliyorum.

Aydınlığı, alacakaranlığı, karanlığı olan hayat yolunda yürürken önemli dönemeçleri olan bu aşamada her zaman yanımda olan CANIM AİLEM, hep var olun...

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
ÖZET.....	vi
ABSTRACT	vii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	viii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
KISALTMA ve SİMGELER.....	x
1. GİRİŞ	1
1.1. Problem Durumu	1
1.2. Problem Cümlesi.....	3
1.3. Alt Problemler.....	3
1.4. Araştırmanın Amacı	3
1.5. Araştırmanın Önemi.....	4
1.6. Sınırlılıklar	5
1.7. Varsayımlar	5
1.8. Tanımlar	5
1.9. Kuramsal Açıklamalar	6
1.9.1. STEM nedir?	6
1.9.2. STEM eğitimi nedir?.....	6
1.9.3. Güncellenen programlar ve fen eğitimine yansımaları	7
1.9.4. Fen eğitimi ve STEM eğitimi.....	8
1.9.4.1. Fen.....	9
1.9.4.2. Teknoloji	9
1.9.4.3. Mühendislik	9
1.9.4.4. Matematik	9

1.9.5. STEM eğitiminin gelişimi.....	10
1.9.6. Türkiye’ de STEM eğitimi	11
1.9.7. STEM eğitiminin 21.yy becerilerine etkisi	14
1.9.7.1. Üretkenlik.....	14
1.9.7.2. Eleştirel düşünme	15
1.9.7.3. İşbirlikli çalışma.....	15
1.9.7.4. Problem çözme.....	15
1.9.7.5. Girişimcilik	15
1.9.7.6. Karar verme becerisi	15
1.9.7.7. Hayat boyu öğrenme	16
1.9.8. Mühendislik tasarım süreci	16
1.9.8.1. Problemin tanımlanması.....	19
1.9.8.2. Probleme yönelik ihtiyaçların belirlenmesi	20
1.9.8.3. Olası çözümlerin geliştirilmesi	20
1.9.8.4. En iyi çözümün seçilmesi.....	21
1.9.8.5. Prototipin yapılması	21
1.9.8.6. Çözümü test etme ve değerlendirme	22
1.9.8.7. Çözümün sunulması.....	22
1.9.8.8. Yeniden tasarlama/ revize etme	22
1.9.8.9. Kararın tamamlanması	22
1.9.9. Mühendislik algısı.....	23
1.9.10. Teknoloji algısı	24
1.9.11. İlgili araştırmalar	24
1.9.11.1. STEM eğitim uygulamaları ile ilgili çalışmalar	24
1.9.11.2. Mühendislik tasarım süreci ile ilgili çalışmalar	26
1.9.11.3. Mühendislik algısı ile ilgili yapılan çalışmalar	27

1.9.11.4. Teknoloji algısı ile ilgili yapılan çalışmalar	29
2. MATERYAL ve METOT	31
2.1. Araştırmanın Modeli	31
2.2. Araştırmanın Çalışma Grubu	33
2.3. Veri Toplama Araçları	33
2.3.1. Mühendislik algı ölçeğinin geliştirilmesi.....	34
2.3.1. 1. Ölçek konusu ile ilgili literatür taraması	34
2.3.1. 2. Madde havuzunun oluşturulması	35
2.3.1. 3. Uzman görüşü alma.....	35
2.3.1.4. Pilot uygulama yapma.....	35
2.3.1.5. Deneme uygulaması	36
2.3.1.6. Verilerin toplanması.....	36
2.3.1.7. Verilerin analizi.....	37
2.3.1.7.1. Açıklayıcı faktör analizine ait bulgular.....	37
2.3.1.7.2. Doğrulayıcı faktör analizine ait bulgular	41
2.3.1.8. Veri toplama aracına son şeklinin verilmesi	44
2.4. Araştırmanın Uygulanması	44
3. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	46
3.1. Mühendislik Tasarım Süreci Uygulama Çalışmalarına İlişkin Bulgular ve Tartışma.....	46
3.1.1. Dönem başı: A grubunda yer alan öğretmen adaylarının mühendislik tasarım süreci becerilerindeki değişimler ile ilgili elde edilen bulgular	47
3.1.2. Dönem başı: B grubunda yer alan öğretmen adaylarının mühendislik tasarım süreci becerilerindeki değişimler ile ilgili elde edilen bulgular	54
3.1.3. Dönem ortası: A grubunda yer alan öğretmen adaylarının mühendislik tasarım süreci becerilerindeki değişimler ile ilgili elde edilen bulgular	59

3.1.4. Dönem ortası: B grubunda yer alan öğretmen adaylarının mühendislik tasarım süreci becerilerindeki değişimler ile ilgili elde edilen bulgular	65
3.1.5. Dönem Sonu: A grubunda yer alan öğretmen adaylarının mühendislik tasarım süreci becerilerindeki değişimler ile ilgili elde edilen bulgular	71
3.1.6. Dönemin sonu: B grubunda yer alan öğretmen adaylarının mühendislik tasarım süreci becerilerindeki değişimler ile ilgili elde edilen bulgular	76
3.2. Mühendislik Algısına İlişkin Bulgular ve Tartışma.....	85
3.3. Teknoloji Algısına İlişkin Bulgular ve Tartışma	93
4. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	101
4.1. Uygulamaya Yönelik Öneriler	102
4.2. Gelecekte Yapılacak Araştırmalar Yönelik Öneriler	103
5. KAYNAKLAR	105
EKLER.....	118
ÖZGEÇMİŞ	131

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

STEM EĞİTİMİ YAKLAŞIMININ SINIF ÖĞRETMENİ ADAYLARININ MÜHENDİSLİK TASARIM SÜREÇLERİNE, MÜHENDİSLİK VE TEKNOLOJİ ALGILARINA ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Seda ALTAŞ

Tez Danışmanı: Prof. Dr. İbrahim ERDOĞAN

2018, 145 sayfa

Bu çalışmada, STEM Eğitimi dâhilinde hazırlanmış olan ders planlarının sınıf öğretmeni adaylarının mühendislik tasarım süreci basamaklarını kullanma becerilerine, mühendislik ve teknoloji algılarına etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma 2016-2017 eğitim öğretim yılının bahar döneminde yapılmıştır. Karma araştırma yöntemi kullanılmıştır. Bu çalışmada mühendislik algı ölçeği geliştirilmiştir. Karma araştırma yönteminin nitel boyutunda öğretmen adayları STEM uygulamalarında mühendislik tasarım süreci döngüsü çerçevesinde çalışırken gözlemlenmiş, öğretmen adaylarından bu süreçte dokümanlar toplanmış ve ses kayıt cihazı ile süreç kayıt altına alınmıştır. Nicel boyutunda ise mühendislik ve teknoloji algı ölçekleri kullanılmıştır.

Bu süreçte öğretmen adaylarına dönem boyunca STEM etkinlikleri yaptırılmış fakat öğretmen adayları dönemin başındaki iki, ortasındaki iki ve sonundaki iki etkinlik göz önünde bulundurularak toplamda altı STEM etkinliği ile değerlendirilmişlerdir. Yapılan çalışmada neticesinde elde edilen verilerden sınıf öğretmeni adaylarının süreç içerisinde mühendislik tasarım süreci basamaklarını kullanma becerilerinde gelişim gösterdikleri tespit edilmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının bu süreçte 21.yy becerileri olarak adlandırılan yaşam becerilerinin çoğunda da gelişim gösterdikleri görülmüştür.

Nicel kısımdan elde edilen bulgular ise sınıf öğretmeni adaylarının STEM uygulamalarının ve mühendislik tasarım süreci ile geçirdikleri zamanın onların mühendislik ve teknoloji algılarını pozitif yönde geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Karma Araştırma Yöntemi, Mühendislik Algısı, Mühendislik Tasarım Süreci, 21. Yüzyıl becerileri, STEM Eğitimi, Teknoloji Algısı

ABSTRACT

Master's Thesis

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF STEM EDUCATION APPROACH ON THE PERCEPTIONS OF CLASSROOM TEACHING CANDIDATES ABOUT ENGINEERING DESIGN PROCESSES AND ABOUT ENGINEERING AND TECHNOLOGY

Seda ALTAŞ

Supervisor: Prof. Dr. İbrahim ERDOĞAN

2018, Page: 145

In this study, it is aimed to determine the effect of the lesson plans prepared within STEM Education on the ability of classroom teaching candidates to use engineering design process steps and on their perceptions about engineering and technology. The research was carried out in the spring of 2016-2017 academic year. Mixed research method is used. An engineering perception scale has been developed in this study. In the qualitative dimension of the mixed research method, teacher candidates were observed while working on the engineering design process cycle in the STEM applications. Documents were collected from the teacher candidates during this process and the process was recorded through a voice recorder. In the quantitative dimension, engineering and technology perception scales were used.

In this process, teacher candidates were observed during six STEM applications, at the beginning, at the middle and at the end of the period. The results obtained in the study show that the classroom teaching candidates have developed in the process of using the engineering design process steps. In this process, it is also seen that teacher candidates have developed most of their life skills which are called as the 21st century skills.

It has been concluded from the quantitative part of the findings that classroom teaching candidates have developed their engineering and technology perceptions positively when they have spent time with the STEM applications and engineering design process.

Keywords: Engineering Perception, Engineering Design Process, 21st Century Skills, Mixed Research Method STEM Education, Technology Perception

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 1.1. Uluslararası öğrenci değerlendirme programı sonuçları.....	12
Çizelge 1.2. Farklı araştırmacıların geliştirdiği mühendislik tasarım süreci basamakları	18
Çizelge 2.1. Araştırma kapsamında kullanılan tek gruplu ön test- son test deneysel desenin şematik gösterimi.....	32
Çizelge 2.2. KMO ve Bartlett's analizine ait değerler	38
Çizelge 2.3. Mühendislik algı ölçeğine ait açımlayıcı faktör yük değerleri	40
Çizelge 2.4. Açımlayıcı faktör analizi sonucu alt boyutları ve bu boyutlarda yer alan maddeler.....	41
Çizelge 2.5. Mühendislik algı ölçeğinin doğrulayıcı faktör analizine ait uyum indeksleri	43
Çizelge 2.6. Mühendislik algı ölçeğinin Cronbach alpha değerleri.....	44
Çizelge 2.7. Mühendislik algı ölçeğinin son şeklindeki alt boyutları ve bu boyutlarda yer alan maddeler.....	44
Çizelge 3.1. Mühendislik algısı öntest-sontest puanları betimsel istatistikler	86
Çizelge 3.2. Mühendislik algısına dair öntest-sontest ölçümlerinin eşleştirilmiş gruplar t-testi ile karşılaştırılmasına yönelik bulgular	87
Çizelge 3.3. Mühendislik algısının mühendislerin özellikleri alt boyutuna dair öntest-sontest ölçümlerinin eşleştirilmiş gruplar t-testi ile karşılaştırılmasına yönelik bulgular.....	87
Çizelge 3.4. Mühendislik algısının mühendislik eğitimi alt boyutuna dair öntest-sontest ölçümlerinin eşleştirilmiş gruplar t-testi ile karşılaştırılmasına yönelik bulgular.....	88
Çizelge 3.5. Mühendislik algısının mühendislik ve teknoloji ilişkisi alt boyutuna dair öntest-sontest ölçümlerinin eşleştirilmiş gruplar t-testi ile karşılaştırılmasına yönelik bulgular	89
Çizelge 3.6. Teknoloji algısı öntest-sontest puanları betimsel istatistikler.....	94
Çizelge 3.7. Teknoloji algısına dair öntest-sontest Wilcoxon İşaretli Sıralar testi ile karşılaştırılmasına yönelik bulgular	95
Çizelge 3.8. Teknoloji algısının eğitimde teknolojinin olumlu etkisine inanç alt boyutuna dair öntest-sontest ölçümlerinin eşleştirilmiş gruplar t-testi ile karşılaştırılmasına yönelik bulgular	96
Çizelge 3.9. Teknoloji algısının teknolojinin lisans programına etkisi alt boyutuna dair öntest-sontest Wilcoxon İşaretli Sıralar testi ile karşılaştırılmasına yönelik bulgular	96

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1. Araştırma kapsamında kullanılan mühendislik tasarım süreci (Hynes vd., 2011, s.9)	19
Şekil 2.1. Mühendislik algı ölçeğine ait yamaç-birikinti grafiği (Scree plot).....	39
Şekil 2.2. Mühendislik algı ölçeğine ait doğrulayıcı faktör yük değerleri.....	42
Şekil 3.1. Dönemin başında A grubunun nihai prototipleri	53
Şekil 3.2. Dönemin başında B grubunun nihai prototipleri	59
Şekil 3.3. Dönemin ortasında A grubunun nihai prototipleri.....	65
Şekil 3.4. Dönemin ortasında B grubunun nihai prototipleri.....	71
Şekil 3.5. Dönemin sonunda A grubunun nihai prototipleri.....	75
Şekil 3.6. Dönemin sonunda B grubunun nihai prototipleri	81

KISALTMA ve SİMGELER

AFA	: Açımlayıcı Faktör Analizi
Akt.	: Aktaran
DFA	: Doğrulayıcı Faktör Analizi
KMO	: Kaiser Meyer Olkin
MEB	: Milli Eğitim Bakanlığı
NRC	:National Research Council
OECD	: Uluslararası Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı
PISA	: Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı
STEM :	Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik kelimelerinin İngilizce baş harflerinin bir araya gelmesiyle oluşan kısaltma
TDK	: Türk Dil Kurumu
TIMSS:	: Uluslararası Matematik ve Fen eğitimleri Araştırmaları
TTKB	: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı
TÜSİAD	: Türkiye Sanayicileri ve İş Adamları Derneği
%	: Yüzde

1. GİRİŞ

Bu bölümde araştırmanın problem durumuna, problem cümlesine, alt problemlerine, araştırmanın amacına, önemine, sınırlılıklarına, varsayımlarına, araştırmada geçen bazı tanımlara ve kuramsal açıklamalara yer verilmiştir.

1.1. Problem Durumu

Günümüzde bilim, teknoloji, sosyal ve kültürel alanlarda hızlı değişimler yaşanmaktadır. Toplumlar bu gelişmeleri takip edebilen, olayları analiz eden, sentezleyen, yorumlayan, içselleştirebilen kısaca çağa ayak uydurabilen bireylere ihtiyaç duymaktadırlar. Her alanda yaşanan bu gelişmeler toplumların eğitim sistemlerinde değişiklikler yapmalarına neden olmaktadır. Çünkü yaşadığımız dönemde günlük hayatında karşılaştığı problemleri çözebilen, araştıran, sorgulayan, üretken düşünebilen, karar verme becerilerine sahip yani üst düzey düşünme becerilerini kullanabilen bireylere ihtiyaç duyulmaktadır.

21. yüzyılda, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarında hızlı gelişmeler yaşamın her alanında hızlı değişimlerin yaşanmasına neden olmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri, Kore, İngiltere gibi birçok gelişmiş ülke bu alanlardaki gelişmeleri takip etmek amacıyla eğitim sistemlerinde yeni yaklaşımlar, stratejiler, yöntem ve teknikler kullanmaya başlamışlardır. Bu yöntemlerden bir tanesi de son zamanlarda isminden sıkça söz edilen STEM eğitimi yaklaşımıdır. STEM eğitimi bireylere bilimsel bilginin nasıl elde edileceği, sahip olduğu bilgileri nerede, nasıl kullanabileceği konusunda önemli katkılar sağlamaktadır (Dugger, 2010; Yıldırım ve Altun, 2014; Baran vd., 2015; MEB, 2016). Ülkelerin STEM eğitimi yaklaşımı üzerinde durmalarının nedenleri arasında bireyleri fen, teknoloji, mühendislik ve matematik açısından çok yönlü geliştirmesi, 21.yy becerilerini gerektirmesi hem de bu becerileri geliştirmesi gösterilebilir (Yamak vd., 2014; Bozkurt Altan vd., 2016; Erdoğan ve Çiftçi, 2017; Pekbay, 2017).

Thomasian (2011) yapmış olduğu araştırmasında STEM eğitiminin amacını öğrencilerin bu alanlardaki kariyer düşüncesini geliştirmek, bu alanlara olan ilgilerini, tutumlarını arttırmak ve bireylerin daha donanımlı yetişmesini sağlaması olarak ifade etmiştir. Yapılan bazı araştırmalarda bunu destekler niteliktedir (Şahin vd., 2014; Yamak vd., 2014; Baran vd., 2015; Gencer, 2015; Decoito, 2015; Gülhan ve Şahin,

2016; Yıldırım, 2016; Kızılay, 2016; Karışan ve Yurdakul, 2017; Tarkın-Çelikkıran ve Aydın-Günbatar, 2017). Bireylerin STEM disiplinleri alanlarında başarılı olmaları isteniyorsa öncelikli olarak bireylere erken yaşlardan itibaren bu alanlarda temel oluşturulmalıdır. Çünkü öğrenciler belirli bir süreden sonra kalıplaşmış bilgilerle yanlış inançlara sahip olmaktadır (Oware vd., 2007; Fralick vd., 2009; Katahi vd., 2009; Robinson vd., 2014; Claymier, 2014; Honey vd., 2014). Bunun önüne geçmenin yolu öğrencilere erken yaşta fen, matematik eğitiminin yanında mühendislik ve teknoloji eğitiminin de verilmesidir (Kimmel, 2007; NRC, 2011; TÜSİAD, 2014; MEB, 2016). Öğrenciler mühendislerin neler yaptığını, mühendislerin neden önemli olduğunu, özelliklerini, nasıl çalıştıklarını vb. durumları süreç içerisinde kendileri deneyimleyerek erken yaşlarda öğrenmelidirler (Katehi vd., 2009; Wyss vd., 2012; Lamb, 2015). Bu bağlamda STEM eğitiminin verilmesi aşamasında mühendislik tasarım süreci önemli bir yere sahiptir. Mühendisler tasarım süreci boyunca problemi çözebilmek için işbirliği içinde sistemli olarak çalışırlar. Yani ellerindeki verileri değerlendirir, bunları savunacak argümanlar oluşturur, diğerlerinin fikirlerini eleştirel bakış açısıyla değerlendirerek, en iyi sonucu elde etmek ve hayatı kolaylaştırmak adına tasarımlarını geliştirirler (Hynes vd., 2011; Brunsell, 2012; Mangold ve Robinson, 2013; Tayal, S. P, 2013; Bozkurt, 2014). Mühendislik tasarım süreci dâhilinde yapılan araştırma sonuçları fen derslerinde kullanılmasının içerik bilgisini öğrenmede bir araç olduğunu bu sürecin de hem fen bilgisi içerik bilgisine hem de tasarım becerilerini geliştirmelerine yönelik olarak ortam hazırladığını göstermektedir (Bozkurt, 2014; Yıldırım ve Altun, 2015; Bozkurt-Altan vd., 2016; Gülhan ve Şahin, 2016; Aslan-Tutak vd., 2017; Yasak, 2017; Akdağ ve Güneş, 2017; Karışan ve Yurdakul, 2017). Bunların yanında sürecin öğrencilerin üretken düşünme ve eleştirel düşünme becerilerini geliştirirken, feni, matematiği daha iyi anlamalarını sağladığını, fen ve günlük hayat ilişkilerini anlamada yardımcı olduğunu, öğrencilerin süreç içerisinde motive olduklarını, kalıcı öğrenmeler sağladıklarını ve bu süreç boyunca hem teknolojiyi kullandıklarını hem de teknolojik araç gereçleri geliştirdiklerini araştırmacılar çalışmalarını sonucunda tespit etmişlerdir (Bybee, 2011; Çavaş vd., 2013; Bozkurt, 2014; Yıldırım ve Altun, 2015; Baran vd., 2015; Bozkurt-Altan vd., 2016; Eroğlu ve Bektaş, 2016; Kızılay, 2016; Yasak, 2017; Karışan ve Yurdakul, 2017). Mühendislik tasarım süreçlerinin etkili bir şekilde tamamlanması öğrencilerin mühendise, mühendislik mesleğine, mühendisliğin önemine ve teknolojiye olan algılarında da değişikliğe neden olmaktadır (Hammack, 2015; Baran

vd., 2015; Şahin ve Keser, 2016; Yıldırım, 2016; Akaygun ve Tutak, 2016; Gülhan ve Şahin, 2016; Baran vd., 2016). Bu değişiklikler öğrencilerde Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik alanlarına olan ilgilerinin ve bu alanlardaki kariyer algılarının olumlu yönde artışına neden olduğu araştırma sonuçlarına yansımıştır (Yıldırım ve Selvi, 2016; Gülhan ve Şahin, 2016; Kızılay, 2016; Yıldırım, 2016). Bu konu ile ilgili öğretmenlerle çalışılan araştırmalara da rastlamak mümkündür. Bu araştırma sonuçları öğretmenlerin mühendis ve mühendislik mesleği hakkında bazı genel bilgilere sahip olduklarını, tasarım ve teknolojinin önemine inandıklarını ancak kendilerini bu konuda yeterli görmediklerini ortaya koymuştur (Hsu vd., 2011). Teknoloji algısına dair yapılan araştırmalarda ise araştırmacılar öğrencilerin teknolojiyi sadece ürün olarak gördüklerini, cinsiyete göre teknoloji algılarının farklılık gösterdiği belirlemişlerdir. Ayrıca öğrencilerin teknoloji hakkında olumlu görüşlerinin olduğu ve gelişmesinin gerekliliği üzerinde durduklarını bazı öğrencilerin de olumsuz görüşleri olduğunu belirtmişlerdir (Bilecik vd., 2012; Herdem vd., 2014; Durukan vd., 2016; Sarier, 2016).

1.2. Problem Cümlesi

STEM eğitimi yaklaşımına göre hazırlanan ders planlarının Fen ve Teknoloji Laboratuvar Uygulamaları dersinde uygulanmasının sınıf öğretmeni adaylarının mühendislik tasarım süreci basamaklarını kullanma becerilerine, mühendislik algılarına ve teknoloji algılarına etkisi var mıdır?

1.3. Alt Problemler

1. STEM eğitimi yaklaşımının sınıf öğretmeni adaylarının mühendislik tasarım süreci uygulama becerilerine etkisi var mıdır?
2. STEM eğitimi yaklaşımının sınıf öğretmeni adaylarının mühendislik algılarına etkisi var mıdır?
3. STEM eğitimi yaklaşımının sınıf öğretmeni adaylarının teknoloji algılarına etkisi var mıdır?

1.4. Araştırmanın Amacı

Araştırmada STEM eğitimi yaklaşımına göre hazırlanmış olan ders planlarının fen teknoloji laboratuvar uygulamaları dersinde uygulanması ve sınıf öğretmeni adaylarının bu süreç içerisinde mühendislik tasarım süreci basamaklarını kullanma

becerilerindeki değişiminin nasıl olduğunu, bu sürecin mühendislik ve teknoloji algılarına etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

1.5. Araştırmanın Önemi

Yaşadığımız dönemde ezberleyen bireylerden çok bilgiyi kavrayan, kavradığı bilgiyi uygulamaya geçirebilen, gerçek dünya problemlerine alternatif çözüm önerileri getirebilen bireylere ihtiyaç duyulmaktadır. Bireylerin bu şekilde yetişmesine olanak sağlayan STEM eğitim yaklaşımının önemi de gün geçtikçe artmaktadır. Çünkü STEM eğitimi disiplinler arası bakış açısı sağladığı için günlük hayatta karşılaşılan problemlere alternatif çözüm önerileri geliştirilmesini sağlamakta ve aynı zamanda öğrencilerin 21.yy becerilerini kullanacağı öğrenme ortamları oluşturmaktadır. Bu nedenle yenilikçi, düşünebilen, düşüncelerini pratiğe aktarabilen ve 21.yy becerileriyle donanımlı öğrenciler yetiştirmek isteyen öğretmen ve öğretmen adayları için araştırma bulgularının önemli olacağı düşünülmektedir.

STEM eğitimi gün geçtikçe önemi artan bir yaklaşım haline gelmiştir. (Çorlu, 2014; Yıldırım ve Altun 2015; MEB, 2016; Yıldırım, 2016; Pekbay, 2017; Erdoğan vd., 2017; Karışan ve Yurdakul, 2017; Yasak, 2017; Gökbayrak ve Karışan, 2017; Yıldırım ve Selvi, 2017). Bu nedenle Türkiye’de eğitim politikasında değişikliğe gitmiş ve STEM eğitimini kapsayan yeni müfredat hazırlamıştır (MEB, 2017;MEB, 2018). Okullarımızda STEM eğitiminin daha etkin ve verimli kullanılması için çok farklı boyutlarda bilimsel çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışma sınıf öğretmeni adaylarının hizmet öncesinde bu sürece dâhil edilmesi yönünden hem de alan yazına katkı sağlaması açısından önemli görülmektedir.

Bu araştırma kapsamında Mühendislik Algı ölçeğinin geliştirilmiş olması, Ülkemizde STEM eğitiminin mühendislik tasarım süreçlerine, mühendislik ve teknoloji algılarına olan etkisinin birlikte çalışıldığı çalışmalara alan yazında rastlanmamış olunması da çalışmayı önemli kılmaktadır.

2017 yılında Milli Eğitim Bakanlığı tarafından yayınlanan ve 2018 yılında güncellenen program incelendiğinde, 2013 yılında yayınlanan programa eklemelerin yapıldığı görülmektedir. Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları, Mühendislik ve Tasarım Becerileri eklenmiş ve STEM eğitime vurgu yapılmıştır. Yapılan bu

değişikliklerin çalışma konusuyla büyük oranda örtüştüğü görülmektedir. Bu bağlamda da yapılan araştırmanın önemli olduğu düşünülmektedir.

1.6. Sınırlılıklar

2016-2017 eğitim öğretim yılının bahar yarıyılındaki fen teknoloji laboratuvar uygulamaları dersinde uygulaması yapılan araştırmanın sınırlılıkları;

1. 2016-2017 eğitim öğretim yılının bahar dönemi ile,
2. Araştırmanın nicel çalışma grubu Sınıf Öğretmenliği Bölümünde öğrenim gören 2. Sınıfa devam eden 27 öğretmen adayı ile nitel çalışma grubunu ise 11 öğretmen adayı ile,
3. Kullanılan veri kaynakları (ses kayıtları, alan gözlem notları, doküman analizleri, mühendislik ve teknoloji algı ölçekleri) ile sınırlıdır.

1.7. Varsayımlar

Gerçekleştirilen bu araştırma kapsamında;

1. Araştırmacının bu süreç içerisinde ön yargılarından bağımsız hareket ettiği,
2. Veri toplama araçlarının oluşturulmasında görüşlerine başvurulmuş uzmanların fikirlerinde objektif ve samimi oldukları,
3. Öğretmen adaylarının süreç içerisinde araştırmanın seyrini değiştirecek davranışlardan uzak durdukları, samimi ve objektif cevaplar verdikleri varsayılmaktadır.

1.8. Tanımlar

STEM: Fen (Science), Teknoloji (Technology), Mühendislik (Engineering) ve Matematik (Mathematics) kelimelerinin baş harflerinin kısaltılmasından oluşur.

STEM Eğitimi: Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin entegre edilmesini ve uygulamaya dönük olan bir yaklaşımdır.

Mühendislik Tasarım Süreci: Problemin tanınmasıyla başlayıp, farklı adımlarla devam eden, kısıtlamalar ve başarı kriterlerini karşılayan ve çözümle son bulan bir süreçtir.

Teknoloji: Bilimsel bilgilerin ve teknolojik gelişmelerin sonucunda gelişen ve insan yaşamını kolaylaştıran ürünlerdir.

Mühendislik: Bilimsel bilgileri, teknolojiyi, deneyimlerini kullanarak yeni ürünler üretmek ve bunu toplumun kullanabileceği hale getirmektir.

Algı: Psikoloji ve bilişsel alanlarda duyu yoluyla bilgilerin alınması, bu bilgilerin yorumlanarak seçilmesi ve düzenlenmesidir.

1.9. Kuramsal Açıklamalar

1.9.1. STEM nedir?

STEM kısaltması Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik kelimelerinin baş harflerinin bir araya gelerek oluşmasına rağmen alan yazın incelendiğinde standart bir tanımının olmadığı görülmektedir. Örneğin; Breckler 2007 yılında yaptığı bir çalışmada, “science” kelimesinin fen kelimesinden daha çok anlam ifade ettiğini science’ın psikolojiyi, sosyolojiyi ve başka alanları da içine aldığını vurgulamış ve STEM’i bu şekilde ifade etmiştir. Çorlu ise 2014 yılındaki çalışmasında STEM’i Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik kelimelerinin Türkçe baş harflerinden oluşan FeTeMM olarak adlandırmış ve Science kelimesini fen olarak ele almıştır. Bu açıklamaya benzer bir tanımda Akgündüz ve arkadaşları tarafından 2015 yılında yapılmış ve STEM’i Science-Fen, Technology-Teknoloji, Engineering-Mühendislik ve Mathematics-Matematik alanlarının baş harflerinin alınmasıyla oluştuğunu belirtmişlerdir. Yurt dışında bu alanda yapılan çalışmalara baktığımızda da benzer durumla karşılaşmaktayız. Gonzalez ve Kueenzi 2012 yılında STEM’i tarif ederlerken, Bilim (Science), Teknoloji (Technology), Mühendislik (Engineering) ve Matematik (Mathematics) kelimelerinin baş harflerinin kısaltılmış hali olarak ele almaktadırlar. Diğer taraftan Maeda, 2013 yılındaki çalışmasında diğer araştırmacılardan farklı olarak bu alana farklı bir boyut kazandırmış ve sanatı (Art) eklemiştir. Yani STEM’i STEAM olarak ele almış fen, teknoloji, mühendislik, sanat ve matematikten oluşan bir dinamik olduğunu belirtmiştir.

1.9.2. STEM eğitimi nedir?

Alan yazın incelendiğinde STEM’ in tanımlanmasında olduğu gibi STEM eğitimi tanımlamasında da araştırmacıların farklı görüşlerde oldukları görülmektedir. Alan yazında araştırmacıların STEM eğitime dair yapmış oldukları bazı tanımlamalar şu şekilde yer almaktadır;

Bybee (2010) STEM eğitimini fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarının birbiriyle entegrasyonunu amaçlayan bir öğretim sistemi olarak tanımlamıştır. STEM eğitiminin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin ayrı ayrı kullanılmasından çok bu alanların hem disiplinler içinde hem de disiplinler arasında işbirliği yapılarak derslerin birbiriyle entegre edilmesini sağladığını söylemektedir. Barakos, Lujian ve Strang (2012) tarafından yapılan çalışmada ise STEM eğitiminin öğretme-öğrenme ortamında fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarının entegre edilmesiyle yapılan bir öğretme yaklaşımı olduğu vurgulanmıştır. Diğer bir çalışmada ise Yamak vd., (2014) STEM eğitimini fen-teknoloji-mühendislik ve matematik alanlarındaki bilgi ve becerilerin birleştirilmesi olarak tanımlamışlardır. Bu alanla ilgili yapılan başka bir çalışmada ise Yıldırım ve Altun (2014) STEM eğitimini, disiplinleri bir araya getiren, kaliteli ve etkili öğrenme sağlayan, öğrendiği bilgileri hayatında kullanabilen, üst düzey düşünme becerilerini geliştiren Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik alanlarının entegre edilmesiyle yapılan bir eğitim yaklaşımı olarak belirtmişlerdir. Aynı şekilde Çorlu (2014) yılında yaptığı bir çalışmada STEM eğitimini değerlendirirken öğretme-öğrenme için fen, teknoloji, mühendislik ve matematik konularını ve becerilerini bütünleştirerek veren bir yaklaşım olduğunu vurgulamaktadır.

2016 yılında ise Milli Eğitim Bakanlığı STEM eğitimi raporunda STEM eğitimini tarif ederken fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin aralarında ilişki kurularak entegrasyonunu içeren öğretim sistemi olarak tanımlamaktadır (MEB, 2016a).

Yapılan araştırmalardan yola çıkılarak, STEM eğitiminin öğretmen ve öğrencilerin ilgileriyle, hayat deneyimleriyle şekillenen, öğrencilerin motivasyonlarını, derse olan isteklerini, akademik başarılarını artıran, 21. yüzyıl becerilerini geliştiren disiplinler arasındaki işbirliğini artıran ve birçok alanın entegre edilmesini esas alan bir yaklaşım olarak ifade edilebilir.

1.9.3. Güncellenen programlar ve fen eğitimine yansımaları

Ülkemizde fen bilgisi eğitiminde yaşanan en önemli gelişmeler Milli Eğitim Bakanlığı'nın 2005 ve 2013 yıllarında yaptığı değişikliklerle olmuştur. Milli Eğitim Bakanlığı'nın öğretim programlarında yaptığı değişiklik nedeniyle fen programları da değişikliğe uğramış ve yeni programlarda öğrenci merkeze alınarak bu programlar

yapılandırmacı yaklaşıma göre hazırlanmıştır. Yapılandırmacı yaklaşım; fen bilgisi dersinde öğrencilerin doğaya ait gerçekleri yapılandırması için, doğaya ait gözlem yapması, deney yapması, doğa ile iç içe olması, süreçte aktif olması, bilimsel bilgileri eski yaşantılarıyla anlamlandırmasına imkân veren bir yaklaşımdır. 2017 yılında yayınlanan ve 2018 yılında güncellenen fen bilimleri öğretim programının vizyonu, yapısı kullanılan programla benzer özelliklere sahip olmasına karşın program incelendiğinde bazı eklemeler göze çarpmaktadır. Bu eklemeler arasında programda fen bilimlerinin diğer disiplinlerle birleştirilmesi, öğrencilerin teoride öğrendikleri bilgileri ve becerileri uygulamaya ve ürüne dönüştürmeleri gerekliliği üzerinde durulmuştur (MEB, 2013a; MEB, 2017; MEB, 2018). Ayrıca bu programa “fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamaları” ve “mühendislik ve tasarım becerileri” eklenmiştir (MEB, 2017; MEB, 2018). 2013 fen bilimleri öğretim programında “araştırma-sorgulama stratejisi” esas alınırken 2017-2018 yılındaki programlarda ise “araştırma-sorgulama ve bilginin transferine dayalı strateji” esas alınmıştır (MEB, 2013a; MEB, 2017; MEB, 2018).

1.9.4. Fen eğitimi ve STEM eğitimi

2017 ve 2018 yılında güncellenen fen bilimleri öğretim programının vizyonu “tüm öğrencileri fen okuryazarı olarak yetiştirmek” tir. Programlarda fen okuryazarı bireyler; “araştıran, sorgulayan, mantıksal muhakemeye karar veren, yaratıcı düşünen, problem çözebilen, özgüveni olan, iş birliğine açık, kendisini ifade edebilen, girişimci, sürdürülebilir kalkınma bilinciyle yaşam boyu öğrenen bireyler” olarak ele alınmıştır (MEB, 2013a; MEB, 2017; MEB, 2018). Bu özelliklere baktığımızda 21. yy becerileri ve STEM eğitiminin uygulanabilmesi için gereken ve geliştirilmesi için hedeflenen beceriler olduğu görülmektedir (Bybee, 2010; Gencer, 2015; Koştur, 2017; Gökbayrak ve Karışan, 2017; Pekbay, 2017). Öğrencilerin anlamlı öğrenmelerini, 21. yüzyılın gerektirdiği düşünme becerilerini geliştirmede ve öğrencilerin fen okuryazarı olarak yetiştirilmelerinde fen eğitiminin önemli bir yeri vardır. Fen eğitiminin verildiği süreçte STEM eğitiminin de kullanılması bu özelliklerin niteliğini artırmada önemli düzeyde katkı sağladığı araştırmacılar tarafından tespit edilmiştir (Koç ve Büyük, 2012; Şahin vd., 2014; Baran vd., 2015; Yıldırım ve Altun, 2015; Gencer, 2015; Çorlu ve Aydın, 2016; Yıldırım, 2016; Gökbayrak ve Karışan, 2017).

Araştırmacılar STEM'i tarif ederlerken genel olarak bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik kelimelerinin İngilizce baş harflerinin bir araya gelmesiyle oluşan bir adlandırma olarak ele almışlardır (Çorlu, 2014; Pekbay, 2017). STEM oluşturan kavramlar aşağıdaki gibi özetlenmiştir.

1.9.4.1. Fen

Gözlemlenen doğayı ve doğada olan olayları sistemli olarak inceleme, henüz gerçekleşmemiş olayları kestirme gayretidir. Fen insanoğlunun hem canlı hem de cansız doğayla ilgilenecek olup biteni anlama gayretinin ürünüdür. Fen bilimlerine bakıldığında olgulardan, ilkelerden, kavramlardan, kuramlardan, genellemelerden ve doğa yasalarından oluşur (Doğru ve Kıyıcı, 2005).

1.9.4.2. Teknoloji

Temel ve uygulamalı bilimlerden elde edilen verileri üretken süreçler kapsamında üretime dönüştürme, kullanma ve toplumdaki etkisini belirleyerek geliştirme süreçleridir. İnsan hayatını kolaylaştırmak, kalitesini arttırmak için üretkenlik ve zekânın; bilim, mühendislik ve sosyal çalışmalarla herhangi bir şeyi olduğundan hızlı, kolay, ekonomik ve verimli yapma girişimidir (MEB, 2006).

1.9.4.3. Mühendislik

İnsanların ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla bilim ve matematiksel prensipler dâhilinde çalışan bireylerin kararları, tecrübeleri ve ortak aldıkları fikirleri kullanarak insanlık için faydalı ürünler oluşturma sanatıdır. Başka bir deyişle, herhangi bir ihtiyacı karşılamak için gerekli olan teknik ürünü ve sistemi üretme süreci de denilebilir (TDK, 2016).

1.9.4.4. Matematik

İnsanoğlunun evrendeki gizli olan düzeni anlaması için insanlar tarafından oluşturulan bir bilimdir. Matematik, ilişkileri açıklamada kendine özgü olan sistematüğini ve dilini kullanır. Kendine özgü olan bu sistem ve dili anlayabilmek için insanlar özellikle sezgisel ve analitik düşünme becerilerine sahip olmalıdırlar (Boz, 2008).

Fen eğitiminde fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarının birbiriyle entegre edilerek verilmesi öğrencilerin üretkenliklerinde, anlamlı öğrenme düzeylerinde, ilgilerinde, motivasyonlarında artışa neden olduğu araştırma sonuçlarına yansımıştır (Yamak vd.,2014; Şenol ve Büyük 2015; Gülhan ve Şahin, 2016; Zengin, 2016; Gökbayrak ve Karışan, 2017; Pekbay, 2017; Karışan ve Yurdakul, 2017; Kalkan ve Eroğlu, 2017). Örneğin, Yıldırım ve Altun' un 2015 yılında fen bilgisi öğretmen adaylarıyla yaptıkları çalışmanın sonucunda STEM eğitiminin öğrenme düzeyinde anlamlı bir farklılık ortaya çıkardığını, Baran ve arkadaşlarının 2015 yılında yaptıkları araştırma sonucunda ise STEM eğitiminin öğrencilerin bilgilerini, becerilerini ve STEM alanlarına olan ilgilerini, motivasyonlarını artırdığını tespit etmişlerdir. Yine buna benzer başka bir çalışmada ise Yasak (2017) yılında yapmış olduğu araştırmasında tasarım temelli fen eğitiminde STEM uygulamalarının öğrencilerin fen bilimleri akademik başarılarına ve derse karşı olan tutumlarına anlamlı düzeyde katkı sağladığını belirtmiştir.

Thomasian (2011) çalışmasında STEM eğitiminin iki amacının olduğunu belirtmiştir. Thomasian bu iki amacı tarif ederken birincisini, üniversite düzeyinde fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarıyla ilgili meslek seçiminde sayıyı artırmak olarak ikincisini ise öğrencilerin bu alanlara karşı olan ilgilerini, temel bilgi düzeylerini, problem çözme becerilerini arttırarak günlük hayatta karşılaşılabilecek problemlere üretken çözüm yolları bulmalarını sağlamak olarak ifade etmiştir. Çünkü bireylerin günlük hayatlarında karşılaştıkları olaylar sadece bir alanın konusu ile sınırlı değildir. Bu nedenle bireyin hayatta karşılaştığı problemlere çözümler üretebilmesi için; fizik, kimya, matematik, psikoloji, mühendislik, teknoloji gibi farklı alanları birlikte kullanabilmesi gerekmektedir (Erdoğan, 2012; Thomas, 2014; MEB, 2016; Kızılay, 2016; MEB, 2017; Pekbay, 2017).

1.9.5. STEM eğitiminin gelişimi

Bilimsel bilginin katlanarak arttığı, teknolojik gelişmelerin yaşamımızın her alanında belirgin bir şekilde görüldüğü ve buna bağlı olarak teknoloji kullanımının yoğunlaştığı, savunma sanayi alanlarındaki gelişmelerin gün geçtikçe arttığı bu dönemde ülkelerin birbirleriyle rekabet edebilmeleri için eğitim politikalarını değiştirmeleri gerekliliği inancı ortaya çıkmıştır. Bazı ülkelerin ekonomisindeki, teknolojisindeki ve savunma sanayisindeki gelişmeler ülkelerin mühendisliğe, bilime ve

yenilikçiliğe yatırım yapmalarına neden olmuştur. Bu özelliklere sahip bireyler yetiştirebilmek için ülkeler eğitim alanında reform hareketlerine girişmişler ve eğitimde farklı yaklaşımlar kullanmaya başlamışlardır. Bu yaklaşımlardan birisi de STEM eğitimi olmuştur. STEM kavramı ilk olarak 2001 yılında Judith Ramaley tarafından kullanılmıştır. Bunun ardından birçok araştırmacı bu konuda çalışmalar başlatmışlar fakat farklı şekillerde adlandırmışlardır (Bybee, 2010; Gonzalez ve Kuenzi, 2012; Maeda, 2013; Yıldırım ve Altun, 2014; Çorlu, 2014; MEB, 2016a). Yani STEM konusunda araştırmacıların standart bir tanımda fikir birliğine varamadıkları görülmektedir.

STEM eğitimi Japonya, Çin, Singapur, Kore, Amerika Birleşik Devletleri, Türkiye gibi ülkelerin eğitim sisteminde kullanılmaktadır (Raju ve Clayson, 2010; Kang vd., 2013; MEB, 2016a; MEB, 2017; MEB, 2018). PISA ve TIMSS gibi sınavlarda başarılı olan ülkelerin STEM eğitimi etkin bir şekilde kullandığı görülmektedir. Ceylan, 2014; MEB, 2016a; Yasak, 2017). Amerika Birleşik Devletleri'nde öğrencilerin STEM alanlarında yeterliliklerini artırmak ve bu alanlarda kariyer bilincini kazandırmak amacıyla çalışmalara hız vermişlerdir. Thomasian (2011) yılında Amerika Birleşik Devletleri'nin STEM eğitiminde diğer ülkelere geri kalmasının nedenleri olarak aşağıdaki maddeleri göstermiştir;

- ✓ STEM standartlarının eksikliği,
- ✓ STEM alanlarında uzman öğretmenlerinin olmaması,
- ✓ Üniversite öncesinde STEM' e dair hazırlık yapılmaması,
- ✓ Fen ve matematik konularının öğrencileri motive etmemesi,
- ✓ Lisans seviyelerinin STEM alanlarına cevap vermemesi.

Bu maddeler dikkatlice incelendiğinde ülkemizde de bu eksikliklerin olduğu göze çarpmaktadır (Berkan, 2014). Dünyadaki bu gelişmelere paralel olarak ülkemizde de eğitim programları 2017 ve 2018 yıllarında bu çerçevede güncellenmiştir. Birçok kamu kurum ve kuruluşu da konunun önemine binaen STEM eğitime destek vermektedirler (Thomasian, 2011; TÜSİAD, 2014; Akgündüz vd., 2015; MEB, 2016a; MEB, 2017).

1.9.6. Türkiye' de STEM eğitimi

İktisadi İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı (OECD)' nın PISA araştırmalarına ülkemiz ilk defa 2003 yılında katılmıştır. Yapılan bu araştırma sonucu öğrencilerimizin

muhakeme, problem çözme, analiz ve sentez gibi üst düzey becerileri gerektiren konulardaki eksiklikleri hakkında önemli ipuçları vermektedir. (MEB, 2016b). Türkiye’de yapılandırmacı yaklaşıma geçildikten sonra uluslararası sınavlardaki fen başarısında diğer yıllara oranla yükselme yaşandığı görülmektedir. Türkiye’nin Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı (PISA) sınavından elde ettiği sonuçlar Çizelge 1.1 de vermiştir (MEB, 2016b).

Çizelge 1.1. Uluslararası öğrenci değerlendirme programı sonuçları

	2015	2012	2009	2006
OECD Ortalaması	493	501	495	498
Tüm Ülkeler Ortalaması	465	477	471	478
Türkiye Ortalaması	425	463	454	424
Sıralama	54	43	42	47
	72	65	65	57

“2006 ile 2015 uygulamaları Türkiye sonuçları kıyaslandığında yaklaşık 1 puanlık bir artış olduğu görülmektedir. Bu yıllar arasında OECD ortalamasında 5 puanlık, tüm ülkeler ortalamasında ise 13 puanlık düşüşün olduğu göze çarpmaktadır. Katılımcı ülke sayıları göz önünde bulundurulduğunda 2015 uygulamasında Türkiye’nin sıralamasının 2006 uygulamasına göre daha iyi olduğu görülmektedir”(MEB, 2016b: 12).

Ulusal ve uluslararası sınavlardaki alınan sonuçlar ülkemizdeki öğrencilerin öğrendikleri bilgileri günlük hayatla ilişkilendirme konusunda gerekli başarıyı yakalayamadıklarını göstermektedir. Bu bağlamda yapılan çalışmalar incelendiğinde öğrencilerimizin öğrendikleri bilgileri yeni durumlara transfer etmede zorluklar yaşadıkları araştırma sonuçlarına yansımıştır (Güler ve Önder, 2014; MEB, 2016b; Buyruk ve Korkmaz, 2016). Öğrencilerimizin 21.yy becerileriyle yetişmelerini sağlayacak eğitim yaklaşımlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bunun için ülkemizde de öğrencilerin bu yönde gelişimine katkı sağlayacağı düşünülen STEM eğitimi konusunda çalışmalar yapılmaktadır. Türkiye’de ilk olarak 2013 yılında Milli Eğitim Bakanlığı tarafından STEM Eğitimi uygulaması için pilot bölge olarak Kayseri ili seçilmiştir. Kayseri ili İl Milli Eğitim Müdürlüğü tarafından bir anaokulu ve bir ortaokul pilot uygulama okulu olarak belirlenmiş ve STEM eğitimi uygulamaları başlatılmıştır. Pilot uygulamanın yapıldığı ortaokulunda STEM etkinliği fen bilgisi dersinde öğretmen rehberliğinde müfredatta yer alan konuların kalıcı ve etkili bir şekilde öğrenilmesi amacıyla robot çalışmaları ile başlarken, anaokulunda ise STEM ekibi eşliğinde materyal olarak üç boyutlu yap-boz malzemeleri kullanılarak başlanılmıştır (MEB, 2013b). Kayseri ilinde STEM projesi kapsamında yer alan okullarda yapılan araştırma sonuçları STEM eğitiminin öğrencilerin matematik ve fen başarılarında, ilgilerinde,

motivasyonların da artışa neden olduğunu ortaya koymuştur. Bu sonuçlar doğrultusunda Kayseri ilinde birçok farklı anaokul, ortaokul ve lise de projeye dâhil edilmiştir (MEB, 2014).

Türkiye’de STEM eğitimi ile ilgili araştırmalar diğer ülkelerle karşılaştırıldığında yetersiz olmasına karşın bu alanda son yıllarda çok fazla çalışmalar yapıldığı görülmektedir (Şahin vd., 2014; Yamak vd., 2014; Yıldırım ve Altun, 2015; Baran vd., 2015; Eroğlu ve Bektaş, 2016; Akdağ ve Güneş, 2017; Erdoğan vd., 2017; Yasak, 2017; Gökbayrak ve Karışan, 2017). Birçok kamu kurum ve kuruluşu, sivil toplum örgütleri STEM eğitim ile ilgili projeler yürütmüşler ve raporlar; Vizyon 2023, MEB 2014 Stratejik Planı, Yükseköğretim Stratejik Planı, TÜSİAD Vizyon- 2050, MEB STEM Eğitimi Raporu, Hayat boyu öğrenme belgesi yayınlamışlardır. (Çorlu vd., 2014). Üniversitelerde bu konuya önem vermişler ve STEM laboratuvarları veya STEM atölyesi kurmuşlardır. Örneğin; Hacettepe Üniversitesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul Aydın Üniversitesi ve Bahçeşehir Üniversitesi bünyesinde STEM Eğitimi laboratuvarları ve Muş Alparslan Üniversitesi’nde STEM Eğitimi atölyesi bulunmaktadır. Buradan da anlaşılacağı üzere TÜSİAD, TÜBİTAK, MEB ve YÖK gibi paydaşlarda STEM eğitiminin gerekliliğini belirterek gerekli destekleri vermektedirler. Konunun önemine binaen MEB 2018 yılında güncellenen fen bilimleri dersi öğretim programında STEM eğitimine yer vermiştir.

“...fen bilimlerinin, matematik, teknoloji ve mühendislikle bütünleştirilmesi sağlanarak öğrencilerin problemlere disiplinler arası bakış açısıyla bakması hedeflenir.”(MEB, 2018: ss:10).

STEM eğitimi konusunda Milli Eğitim Bakanlığı’nın da son yıllardaki girişimleri dikkat çekmektedir. Öncelikli olarak 2016 yılında STEM Eğitimi Raporunun yayınlanması ardından 2017 yılında 4., 5., 6., 7., ve 8. Sınıfların müfredatına fen ve mühendislik uygulamaları konu alanını eklemeleri ve 2018 yılında ise Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları olarak değiştirilerek 4., 5., 6., 7., ve 8. Sınıfların müfredatının tamamına yayıldığı görülmektedir (MEB, 2016a; MEB, 2017; MEB, 2018).

“...fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamaları başlığı altında her bir üniteye paralel şekilde ve her bir kazanıma ilişkin olarak bilim ve girişimcilik dersin gündemine bütünüün ayrılmaz bir parçası halinde dâhil edilmiştir. Sonuç olarak öğrenme ve öğretme sürecinde öğretmenimizin

rehberliğiyle öğrenciler, bilimsel bilgiyi mühendislik uygulamalarıyla bütünleştirerek ürüne dönüştüreceklerdir.”.”(MEB, 2018:ss:11).

1.9.7. STEM eğitiminin 21.yy becerilerine etkisi

Eğitim sistemimizde 2017 ve 2018 yıllarındaki program değişimi öğrencilerin süreçte aktif rol alması, kendi deneyimleriyle bilgileri yapılandırması, öğrendiği bilgileri karşılaştığı problemlerde kullanabilmesi gerekliliğini ve öğretmenlerin öğrencilerde var olan üretkenlik, hayal gücü gibi potansiyellerini kullanabilecekleri ortamların oluşturulması için bu süreçte onlara rehberlik etmeleri istenmektedir.

“Öğrenme-öğretme sürecinde öğretmen; teşvik edici, yönlendirici rollerini üstlenirken öğrenci; bilginin kaynağını araştıran, sorgulayan, açıklayan, tartışan ve ürüne dönüştüren birey rolünü üstlenir. Bu süreçte, fen biliminin, matematik, teknoloji ve mühendislikle bütünleştirilmesi sağlanarak öğrencilerin problemlere disiplinler arası bakış açısıyla bakması hedeflenir. Bu bağlamda öğretmenlerin rolü öğrencilere fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin bütünleştirilmesi için rehberlik yaparak öğrencileri üst düzey düşünme, ürün geliştirme, buluş ve inovasyon yapabilme seviyesine ulaştırmaktır.”(MEB, 2018: ss:10)

Okul öncesi dönemde çocukların üretkenlik özelliklerini geliştirmek için çok fazla çabaya gerek olmadığı gerekli öğrenme ortamının sağlandığında bu yetinin kendiliğinden ortaya çıktığı belirtilmektedir. Hatta 5 yaş grubundaki çocuklarda üretkenlik özelliklerinin dorukta olduğu dönem olarak ele alınmaktadır (NRC, 2011; TÜSİAD, 2014). Gardner (2006) çocuklar ergenlik dönemine geldiklerinde çok fazla hayal gücüne ve eleştiri yeteneğine sahip olduklarını belirtmektedir (Akt. Altındağ, 2015). STEM eğitimi sayesinde oluşturulacak öğrenme ortamlarının amacı çocuklardaki var olan bu özellikleri ortaya çıkarmak ve gelişimlerine katkı sağlamaktır. (Gülhan ve Şahin, 2016).

STEM eğitim ortamı sadece sınıf ortamında kalmayıp dış dünya ile bağlantılı, çok yönlü düşünme, analizler, sentezler sonucu problem çözebilme, eleştirel, üretken düşünebilme gibi 21. Yüzyıl becerilerinin kazanılmasına ve geliştirilmesine katkı sağlamaktadır. 21. yüzyıl becerilerinden bazıları şunlardır;

1.9.7.1. Üretkenlik

Önemli ihtiyaçların karşılanması için yeni fikirler, ürünler ve özgün buluşlar yapabilme yeteneğidir. Üretkenlik her insanda bulunur ve geliştirilebilir. Bu özelliği

geliştiren bireyler mevcut durumdan, sorulardan, cevaplardan ve standartlardan tatmin olmazlar sürekli gidilmemiş yollara gitme, yeni keşifler yapma çabası içindedirler. Yaratıcı zihne sahip olan bireylerin özgün bir yapıt ortaya koyabilmesi için herkesin bildiği yollar dışında farklı ara yollara, hatta çıkmaz sokaklara girerek durumu incelemeleri gerekmektedir (Gardner, 2006. Akt. Altındağ, 2015).

1.9.7.2. Eleştirel düşünme

Herhangi bir bilginin veya iddianın doğruluğunu, güvenilirliğini ve gerçekliğini kanıtlama çabasıdır. Eleştirel düşünme becerisine sahip olan bireyler karar verirken değişik kriterleri göz önünde bulundururlar. Bu bireyler hayatlarında karşılaştıkları her durum ve olayın altında yatan nedenleri merak eder ve bu olaylara çözümler üretmeye çalışırlar (Özdemir, 2005).

1.9.7.3. İşbirlikli çalışma

Öğrencilerin ortak amaçlarını gerçekleştirmek amacıyla küçük grup çalışmalarıdır. Bu gruplarda öğrenciler hem kendileri daha iyi öğrenir hem de grup arkadaşlarının daha etkili öğrenmesine neden olurlar. İşbirlikli çalışma şekli farklı metotlardan oluşmuş, öğrencilerin derse katılımını artıran bir grup çalışmasıdır (Aksoy ve Gürbüz, 2011).

1.9.7.4. Problem çözme

Hayatında karşılaştığı ya da kendisinin belirlediği problemlere bilgi ve deneyimlerini katarak farklı çözüm yolları getirebilmektir. Problem çözme becerisine sahip olan bireyler önce problemin ne olduğunu belirler daha sonra bu probleme olası çözüm yollarını aramaya başlar (Büyüköztürk vd., 2012).

1.9.7.5. Girişimcilik

Yaşadığımız çevredeki fırsatları sezme, bu sezgilerden yola çıkarak fikir üretme, bunu projelere dönüştürme, projeleri yaşamlarına transfer etme ve yaşamı kolaylaştırma becerilerine sahip olmaktır (Bozkurt, 2006).

1.9.7.6. Karar verme becerisi

İhtiyaç duyulan bir durumda bu ihtiyaçların giderilebilmesi için gerekli bilgilerin toplanması, amaçların belirlenmesi ve bu bilgileri değerlendirerek seçeneklerin

belirlenmesi ve bu seçeneklerden duruma en uygun olanı seçebilme özelliğidir (Güçray, 2001).

1.9.7.7. Hayat boyu öğrenme

Bireylerin, kişisel ve profesyonel hedeflerine ulaşabilmesi için bilgi araması, onu yeri ve zamanı geldiğinde kullanması ve uygulamasını gerektiren ömür boyu aktif rol aldığı süreçtir (Nayda ve Rankin, 2008).

1.9.8. Mühendislik tasarım süreci

Mühendisler temel bilimlerde sahip oldukları bilgilerini kullanarak insanların ihtiyaçları doğrultusunda ve yaşamlarını daha kaliteli hale getirmek amacıyla ellerinde var olan araç-gereçleri etkili bir şekilde kullanan, tasarlayan, üreten, test eden bunları yaparken de insanların memnuniyetini göz önünde bulunduran ve bilimin gelişmesine katkıda bulunan kişilerdir (Brophy vd., 2008; Hynes vd., 2011; Sönmez, 2011; Erel, 2012; Tayal, 2013). Mühendislik eğitiminin amacı, öğrencilerin günlük hayatta karşılaşabilecekleri problemlere pratik ve analitik çözüm yolları üretebilmelerini sağlamak, bu eğitim sürecinde kazandıkları tasarım yeteneklerini geliştirmek, yapmış oldukları tasarımları ellerinde var olan araç-gereçleri en etkili şekilde kullanmalarını sağlamak olmalıdır (Kolodner, 2002; Akgül vd., 2013). Mühendislik eğitiminde sorunları anlamak ve bu sorunlara çözüm önerileri getirebilmek amacıyla bilim, matematik ve teknolojiye dair elde olan bilgiler kullanılır (Kolodner, 2002; Daugherty, 2009; Hynes vd., 2011). Mühendislik tasarım süreci bireylere yetkinlik ve güven kazandırmasının yanında öğrendiği fen ve matematik bilgilerini pratik olarak uygulama fırsatı sunar (Hynes vd.,2011; Çavaş vd., 2013; Billiar vd., 2014). Fen eğitiminde mühendislik tasarım süreçlerini kullanmak fen eğitiminin kalıcılığını sağlarken, bu doğrultuda yapılan etkinliklerin öğrencilerin karar verme becerilerini, bilimsel süreç becerilerini, akademik başarılarını geliştirdiği araştırma sonuçlarına yansımıştır (Bozkurt, 2014; Gencer, 2015; Yıldırım ve Selvi, 2017).Ayrıca mühendislik tasarım süreci mühendislik bilgilerini ve becerilerini, fen ve matematik konularındaki prensipleri kullanmayı gerekli kılmasından dolayı STEM disiplinlerinin entegrasyonunu sağlayan ve bu entegrasyonu kolaylaştıran bir yapıya sahiptir (Cantrell vd., 2006; Brophy vd., 2008; NAE ve NRC, 2009; Wendell ve Rogers, 2013; Aydın vd., 2017). Katehi ve arkadaşları 2009 yılında K-12 mühendislik eğitiminin okuldan okula

değişiklik gösterdiğini belirlemiştir. Bu yüzden K-12 mühendislik eğitiminin verilmesinde üç temel ilke belirlemiştir. Bunlar:

1. K-12 Mühendislik eğitimi, mühendislik tasarımını vurgulamalıdır.
2. K-12 Mühendislik eğitimi, fen, teknoloji ve matematik alanlarındaki bilgi ve becerileri içermelidir.
3. K-12 Mühendislik eğitimi 21. Yüzyıl becerilerini geliştirmelidir.

Tasarım kavramı mühendislikten başka alanlarda da kullanılmasına rağmen mühendislik alanında önemli bir anlam taşımaktadır. Tasarım kavramına mühendislik açısından bakıldığında, problemin tanımlanması aşaması ile başlayan hedeflenen performans için belirli kısıtlamalar ve kriterler dâhilinde verilen probleme çözüm bulma sürecidir. Mühendislik tasarım sürecinde problem durumunun birden fazla çözüm yolunun olmasının yanında bu süreç döngüsel ve tekrarlayan yapıdadır (Khandani, 2005; NRC, 2009; Hynes vd., 2011; NRC, 2012). Mühendislik tasarım süreci ile ilgili alan yazın incelendiğinde araştırmacıların farklı döngüler ileri sürdükleri görülmektedir. Bu döngülerdeki en önemli farklılıklar ise öğrenci seviyeleri ve döngüde yer alan basamaklardaki farklılıklardır. Mühendislik tasarım sürecine dair araştırmacıların ileri sürdüğü fikirleri daha iyi anlayabilmek için Çizelge 1.2 de farklı mühendislik tasarım süreci yaklaşımlarına yer verilmiştir.

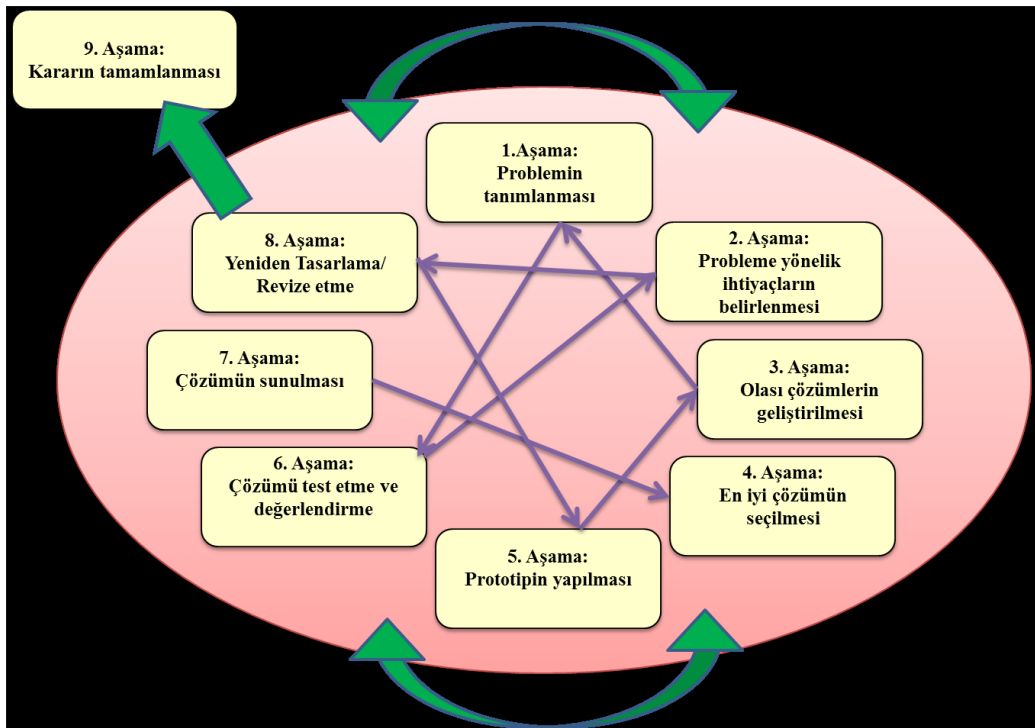
Çizelge 1.2. Farklı araştırmacıların geliştirdiği mühendislik tasarım süreci basamakları

	Uygulama Basamakları
Brunsell, (2012)	Problemin tanımlanması Olası çözümlerin geliştirilmesi Çözümlerin analiz edilmesi Çözümlerin en uygun hale getirilmesi İletişim
NRC, (2012)	Problemin Tanımlanması ve Sınırlandırılması Olası Çözümlerin Geliştirilmesi Tasarım çözümünün en uygun hale getirilmesi
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 İyi Çözümün Seçilmesi Prototipin Oluşturulması Prototipin Test Edilmesi Yeniden Tasarlama
Hynes vd., (2011)	Problemin Tanımlanması Probleme Yönelik İhtiyaçların Belirlenmesi Olası çözümlerin Geliştirilmesi En İyi Çözümün Seçilmesi Prototipin Yapılması Çözümü Test Etme ve Değerlendirme Çözümün Sunulması Yeniden Tasarlama/ Revize Etme Kararın Tamamlanması

Yukarıdaki Çizelge 1.2 incelendiğinde mühendislik tasarım sürecine yönelik olarak benimsenen yaklaşımlarda mühendislik tasarım süreci uygulama basamaklarının bazı noktalarda benzerlikler gösterirken bazı noktalarda ise birbirlerinden kesin çizgilerle olmasa da farklılıkların olduğu görölmektedir. Brunsell (2012) tarafından mühendislik tasarım süreci 5 uygulama basamağı olarak ele alınırken, NRC (2012) bu süreci daha bütüncül bir yapıyla ele alarak 3 basamakta ele almıştır. Tayal (2013) ve

Mangold ve Robinson, (2013) ise bu süreci 8 basamakta değerlendirirken, Hynes vd., (2011) ise bu süreci 9 aşamada incelemiştir.

Bu araştırmada Hynes ve arkadaşları tarafından 2011 yılında geliştirilen mühendislik tasarım süreci döngüsü kullanılmıştır. Hynes ve arkadaşlarının (2011) çalışmalarındaki mühendislik tasarım sürecinin seçilmesindeki neden diğerlerine oranla mühendislik tasarım süreci basamaklarını daha detaylı olarak ele almalarıdır. Hynes ve arkadaşlarının (2011) önerdikleri mühendislik tasarım süreci döngüsü Şekil 1.1 de verilmiştir.



Şekil 1.1. Araştırma kapsamında kullanılan mühendislik tasarım süreci (Hynes vd., 2011, s.9)

Araştırmada kullanılan Hynes ve arkadaşları (2011) tarafından tanımlanan mühendislik tasarım sürecini daha iyi anlayabilmek için mühendislik tasarım sürecinin her bir basamağı ayrı ayrı ele alınmıştır.

1.9.8.1. Problemin tanımlanması

Mühendislik tasarım süreçleri genellikle beklentileri, sınırlamaları, ihtiyaçları içeren tasarım özetleriyle başlar. Verilen problemler bireylerin gerçek dünya problemlerini olabildiğince taklit etmelidir (Hynes vd., 2011). Bu aşamada mühendisler verilen tasarım özetinde belirtilen problem durumunu daha iyi anlayabilmek amacıyla oluşturacakları prototipe yönelik sınırlılıkları ve başarı kriterlerini belirlemeye çalışırlar

(Hynes vd., 2011; Brunsell, 2012; NRC, 2012; Bozkurt, 2014). Sınırlılıklar ve başarı kriterleri problem durumunun daha iyi anlaşılması ve getirilecek çözüm önerileri için önemlidir. Aksi takdirde iyi tanımlanmamış problemler için istenilen çözümlerin ortaya konulmasında zorluklar yaşanır (Brunsell, 2012; Mangold ve Robinson, 2013). Başarı kriteri, prototipin ya da oluşturulacak olan sistemin istenilen başarıya sahip olabilmesi için gerekli olan niteliklerdir (Hynes vd., 2011; Brunsell, 2012; Bozkurt, 2014). Oluşturulacak ürünün taşınması gereken özellikler olarak ele alınan başarı kriterleri maliyet, ürünün ya da sistemin verimliliği, estetikliği vb. konularda üründen ya da sistemden beklenenlerdir. Bu sınırlılıklar ve başarı kriterleri belirlenirken herkes tarafından anlaşılabilir ve ölçülebilir olmasına özen gösterilmelidir (Hynes vd., 2011; NRC, 2012).

1.9.8.2. Probleme yönelik ihtiyaçların belirlenmesi

Verilen probleme dair sorunun belirlenmesinden sonra bireyler neleri bildikleri neleri bilmediklerini düşünerek bunun sonucunda araştırma yapmaya yönelirler (Wendell vd., 2010; Bozkurt, 2014). Bireyler bir sorunu çözerken acele etmek yerine sorunun tamamen çözülebilmesi için istenilenleri yerine getirmek amacıyla sorunun tamamen keşfedilmesi gerekliliğini kabul etmelidirler (Hynes, vd., 2011; Tayal, 2013; Bozkurt, 2014). Bu aşamada bireyler oluşturacakları ürün veya sistemin olabildiğince verilen sınırlılıkları ve başarı kriterlerini yerine getirmesi amacıyla gerekli araştırmaları yaparlar. Yani akıllarına gelen ilk çözümü sunmazlar (Hynes vd., 2011; Brunsell, 2012; Bozkurt, 2014).

1.9.8.3. Olası çözümlerin geliştirilmesi

Bireyler verilen probleme dair farklı çözüm önerilerinde bulunurlar. Çünkü mühendislik problemleri sadece tek çözümden oluşmaz, genellikle birden fazla çözüm yolu vardır (Katehi vd., 2009; Hynes vd., 2011; NRC, 2012; Tayal, 2013). Bireylerden beklenen ürün ya da sistemin başarılı olabilmesi için olabildiğince çözümler üretmeleridir. Bunun için de bireyler var olan çözüm yollarını araştırırlar, beyin fırtınası yaparlar. Bu aşamada birden çok fikir geliştirmek için grup içerisindeki tüm bireyler sürece katılmalıdırlar. Bireyler bireysel öğrenmeyi ve yaratıcılığın gelişmesi amacıyla grup halinde beyin fırtınasına katılırlar (Hynes vd., 2011; Brunsell, 2012; Tayal, 2013).

Öğrencilerin bu aşama sürecinde ürettikleri fikirleri not etmeleri sürecin işleyişi açısından önem arz eder (Hynes vd., 2011; Bozkurt, 2014).

1.9.8.4. En iyi çözümün seçilmesi

Bireyler araştırmaları ve yaptıkları beyin fırtınalarından sonra geliştirdikleri birçok çözüm önerisini tasarıma yönelik kısıtlamalar ve başarı kriterleri çerçevesinde analiz ederek değerlendirirler. Değerlendirmeleri sonucunda verecekleri kararlarda buldukları çözüm önerileri istenen tüm sınırlılık ve başarı kriterini sağlamayabilir. Önemli olan çözüm önerileri arasında sınırlılığı ve başarı kriterini en çok karşılayan çözüm önerisinin seçilmesidir. Bu aşama da sınırlılığın ya da başarı kriterinin önem derecesine göre koşullar göz önünde bulundurularak bazı sınırlılık ve başarı kriterlerinden ödün verilebilir (NAE ve NRC, 2009; Hynes vd., 2011; Bozkurt, 2014). Bu doğrultuda bireyler en iyi çözümü belirlemede iki durumdan faydalanabilirler. Birincisi ve bireylerden beklenen, geliştirdikleri çözüm önerilerinin analizi ve değerlendirmesi sonucu seçtikleri önerilerin eksik kalan kısımlarını tamamlamaları ya da ikinci olarak en uygununu seçerek sürece devam ederler (Tayal, 2013; Mangold ve Robinson, 2013; Bozkurt, 2014). Bu süreç ilk ve ortaokullarda en iyi çözüm önerisini öğretmen seçerken, lise ve üst düzeylerde çözüm önerilerini öğrencilerin seçmesi istenir. Burada lise ve üst düzeydeki öğrencilerin süreç içinde aktif olması ve verecekleri kararlarda feni ve matematiği düşünerek süreci daha iyi değerlendirmeleri sayılabilir (Hynes vd., 2011; Tayal, 2013; Bozkurt, 2014).

1.9.8.5. Prototipin yapılması

Mühendislik tasarım sürecinin bu aşamasında bireyler tasarımlarını görselleştirmek, sunmak, detaylarını ortaya koymak ve tasarımlarını ilerletebilmek amacıyla tasarımlarının prototipini oluştururlar (Hynes vd., 2011; Tayal, 2013). Burada bireylerden beklenen teoride öğrendikleri bilgileri pratiğe geçirebilmeleri ve tasarımlarının prototipini yapma aşamasında sınırlılıkları ve başarı kriterlerini göz önünde bulundurarak bir prototip oluşturmalarıdır. Prototipin amaçlanan nihai çözümü vermesinden çok bireylerin bu süreçteki hatalarını görmeleri daha önemlidir. Bu yüzden bireylerin başarısız olmalarına ve başarısız oldukları noktalarda farklı çözümler üretmelerine izin verilmelidir (Hynes vd., 2011; Tayal, 2013; Bozkurt, 2014).

1.9.8.6. Çözümü test etme ve değerlendirme

Bireyler yaptıkları prototipleri başarı kriterlerini ve sınırlılıkları göz önünde bulundurarak test eder ve değerlendirirler. Bu değerlendirme başarı kriterleri ve sınırlılıklar doğrultusunda yapılır (Hynes vd., 2011; Tayal, 2013). Değerlendirmedeki amaç problem durumunun çözümü konusunda yapılan prototipin işlevselliğini görmek ve yapılan prototipte eksiklikler varsa giderilmesine yönelik olarak yapılır. Çünkü bu aşamada bireylerin yapmış olduğu ürün tamamen bitirilmiş sayılmaz (Hynes vd., 2011; NRC, 2012). Bu değerlendirmeler ilkokul ve orta okullarda öğretmen rehberliğinde yapılırken, lise ve üst kademelerde öğretmenin süreçte çok fazla aktif olması gerekmez (Hynes vd., 2011; Bozkurt, 2014).

1.9.8.7. Çözümün sunulması

Bu aşamada bireyler başkalarının görüşlerini almak amacıyla kendi görüş ve bulgularını birbirleriyle, diğer grup bireyleriyle, öğretmenleriyle bazen de aileleriyle paylaşırlar (Hynes vd., 2011; Brunzell, 2012; Bozkurt, 2014). Bu sunumlar sözlü olarak yapılabilir gibi yazılı olarak da yapılabilir. Bireyler tarafından yapılan bu sunumlar bireylerin performanslarını, problemin başarı kriterlerini ve sınırlılıkları içermelidir. Bu sunumlarda bireyler problemin çözümüne dayalı olan deneyimlerini, bilgilerini doğru ve eksiksiz olarak aktarmalıdır. Çünkü bu sunumlar sonunda geri dönütler alarak oluşturdukları prototiplerinin varsa eksikliklerini görerek revize etme şansı bulacaklardır (Hynes vd., 2011; Brunzell, 2012).

1.9.8.8. Yeniden tasarlama/ revize etme

Bireylerin kendi grup içerisinde ve diğer bireylerden aldıkları değerlendirmeler ve geri dönütler doğrultusunda prototiplerinde revize çalışmaları yaparlar. Bu revize çalışması yapılan prototipin nihai üründe istenen başarı kriterlerini ve sınırlılıklarını olabildiğince en iyi şekilde yansıtması amacıyla yapılır. Oluşturulan nihai ürünün başarı kriterlerini ve sınırlılıkları karşıladığı düşüncesine ulaşıldığında revize işlemine son verilir (Hynes vd., 2011, Bozkurt, 2014).

1.9.8.9. Kararın tamamlanması

Mühendislik tasarım sürecinin son basamağı kararın tamamlanmasıdır. Oluşturulan prototipin değerlendirmesi önceden belirlenmiş testlerle değil, nihai üründe

olması gereken başarı kriterleri ve sınırlılıklarıyla değerlendirilir. Çünkü revize aşamasında bireyler nihai ürünlerini yeterince geliştirdiklerini, gereksinimleri karşıladığını ve gerekli revizelerin yapıldığına karar verebilirler (Hynes vd., 2011; Bozkurt, 2014).

1.9.9. Mühendislik algısı

Geçmişte mühendisliği tarif ederken sadece teknik bilgileri ve insanlarda var olan becerileri öne çıkaran bir meslek olarak ifade edilmekteydi. Ancak günümüzde mühendislik denildiği zaman bu kriterlerin çok eksik kaldığı görülmektedir (Payzın, 2009; Akgül vd., 2013). Yaşadığımız dönemde ise mühendis denildiğinde gelişen teknolojiyi kabul eden, bunu kullanabilen, sürekli kendini yenileyebilen, işbirliği içinde çalışabilen, insanlarla etkili iletişim kurma yeteneğine sahip olan ve insanların hayatlarını kolaylaştırabilecek çözümler bulabilecek kişiler olarak tanımlanmaktadır (Payzın, 2009; Sönmez, 2011). Öğrenciler küçük yaşlardan itibaren mühendislik mesleğine dair kalıplaşmış yanlış düşüncelere sahiptirler. Genel olarak mühendislerin sadece inşaat yapan, tamir yapan kişiler olarak görülmesi ve mühendis mesleği erkeklere özgü bir meslek gibi düşünülmesi erken yaşlardan itibaren mühendisliğe ve mühendisliğe karşı yanlış algı oluşturmalarına neden olmaktadır (Fralick vd., 2009; Chan ve Fishbein, 2009; Lee vd., 2013; Korkut-Owen vd., 2014; Şahin ve Keser, 2016; Ünlü ve Dökme, 2017). Bunun sonucunda da bu alanlara olan ilgi ve istek özellikle kız öğrencilerde yıllar ilerledikçe azalma göstermektedir (Goan vd., 2006; Schelmetic, 2013; Okay, 2013; Akgündüz vd., 2015; Korkut-Owen ve Mutlu, 2016; Ünlü ve Dökme, 2017). Bu durum birçok etkene bağlı olarak değişiklik göstermesine karşın en önemli nedenleri arasında cinsiyet ayrımcılığı, yetersiz kariyer danışmanlığı, sosyal çevre algıları gelmektedir (Dick ve Rallis, 1991; Whitehead, 2001; Schelmetic, 2013; Korkut-Owen vd., 2014). Gelecekte mühendislik alanlarında çalışacak kişilere çok fazla gereksinim olacağı düşünüldüğünde öğrenciler küçük yaşlardan itibaren bu alanlara dair bilgilerin verilmesi ve yanlış oluşabilecek algıların önüne geçilmesi gerekmektedir. Çünkü mühendis ya da mühendisliklerle ilgili olarak yapılan tanımlamalar mühendisliğin feni, matematiği, teknolojiyi birleştirici niteliği üzerinde durmaktadır (NRC, 2009; Bozkurt, 2014). Bu yüzden bu alanlara olan ilgi artırılması için çalışmalar yapılmalı ve bunun için gerekli destekler ve imkânlar oluşturulmalıdır.

1.9.10. Teknoloji algısı

Günümüzde teknolojinin yaşamın her alanında kullanıldığı ve teknolojinin giderek önem kazandığı görülmektedir. Hangi yaşta olursa olsun insanlar günlük yaşantıları boyunca hemen hemen her alanda teknolojiyi kullanmaktadırlar (Özdemir, 2010; Batur ve Uygun, 2012). Teknoloji denildiği zaman çoğu kişinin aklına son model elektronik cihazlar, yapılan icatlar, bilgisayarlar gelmektedir. Ancak teknoloji sadece elektronik cihazlar ya da bilgisayar olarak düşünülmemelidir. Yapılan araştırma sonuçlarında da öğrencilerin teknolojiyi sadece günlük hayatlarında kullandıkları elektronik araç-gereçlerle sınırladıkları görülmektedir (Aydın, 2011; Bilecik vd., 2012; Durukan vd., 2016). Teknoloji, tüm bilim alanlarında elde edilen bilgi ve becerilerin kullanılmasını gerektiren, insan hayatını kolaylaştıran ve yaşanan yenilikleri insanların hizmetine sunulmasında köprü görevi gören bir süreçtir (Wyk ve Louw, 2008; Aydın, 2011; Bilecik vd., 2012). Teknoloji, öğretim sürecini şekillendirerek öğretim ortamını etkili hale getirir ve yeniliklerin sürece uyarlanmasında rol alır (Korkmaz ve Ünsal, 2016; Durukan vd., 2016). Teknolojik araçların eğitim sisteminde etkili bir şekilde kullanılması kalıcı öğrenmeler sağlarken emek ve zaman açısından da getirileri bulunmaktadır (Korkmaz ve Ünsal, 2016). Fakat yapılan araştırma sonuçları öğretmenlerin öğrenme ortamlarına teknolojiyi entegre etme konusunda sorunlar yaşadıklarını göstermektedir (Muir-Herzig, 2004; Yalman ve Tunga, 2014). Bu bağlamda düşünüldüğünde öğretmenlerin öğrenme ortamlarına teknolojiyi entegre edebilmeleri için ilk olarak yapılması gereken öğretmen adaylarında varolan teknoloji algısını ortaya çıkartmak olacaktır (Tınmaz, 2004; Usta ve Korkmaz, 2010; Durukan vd., 2016).

1.9.11. İlgili araştırmalar

Bu bölümde literatür taraması sonucunda kuramsal çerçevesi verilmeye çalışılan STEM eğitim uygulamaları ile ilgili araştırmalara, mühendislik tasarım sürecine dair yapılan araştırmalara, mühendislik algısının araştırıldığı araştırmalara ve teknoloji algısının araştırıldığı araştırmalara sırasıyla yer verilmiştir.

1.9.11.1. STEM eğitim uygulamaları ile ilgili çalışmalar

Şahin vd., (2014) fen, teknoloji, mühendislik ve matematik içerikli okul sonrası etkinlikler sonucunda öğrencilerin kazandıkları deneyimleri ve bu etkinliklerin

öğrenciler üzerinde nasıl bir etki bıraktığını belirleyebilmek için çalışmışlardır. Çalışmanın sonucunda, STEM kapsamında gerçekleştirilen okul sonrası etkinliklerin STEM disiplinlerine ilgiyi artırdığı, süreçte işbirlikli öğrenmeyi sağladığı kariyer tercihlerinde fen bilimleri ve mühendislik alanlarına yönelik kariyerleri teşvik ettiği aynı zamanda 21. yüzyıl becerilerinin geliştirilmelerine ve bu özelliklerini kullanmalarına yardımcı olduğu görülmüştür.

Başka bir çalışmada ise Yamak vd. (2014) yılında yapmış oldukları çalışmada ise STEM etkinliklerinin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine ve fene karşı olan tutumlarına etkisini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda öğrencilerin fene karşı tutumlarında ve bilimsel süreç becerilerinin pozitif yönde bir artışa neden olduğuna ve öğrencilerin özgüvenlerini arttırdığı belirtilmiştir.

Buna benzer başka bir çalışmada Yıldırım (2016) yaptığı çalışmada “Yedinci Sınıf Fen Bilimleri Dersine Entegre Edilmiş Fen Teknoloji Mühendislik Matematik Uygulamaları ve Tam Öğrenmenin Etkilerinin İncelenmesi” başlıklı tez çalışmasında bu sürecin öğrencilerin fen bilgisi dersine yönelik akademik başarılarını, fene yönelik motivasyonlarını, sorgulayıcı öğrenme becerilerine yönelik algılarını, STEM’ e yönelik tutumlarını ve kalıcılığı nasıl etkilediğini belirlemeyi amaçlamıştır. Bu araştırmanın sonuçları STEM uygulamalarının, STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin uygulandığı gruplarda mevcut programın uygulandığı gruba göre akademik başarı testi sonucunun, açık uçlu akademik başarı testini sonucunun ve kalıcılık testi sonucunda elde edilen puanların daha yüksek çıktığı ve anlamlı değerde olduğu sonucuna ulaşılmıştır. STEM Tutum Ölçeğinde ve Fene Yönelik Sorgulayıcı Öğrenme Becerileri Algı Ölçeği sonuçları da son test puanlarında her üç grup arasında da anlamlı bir farklılığın olmadığı görülmüştür. Son olarak nicel kısımda Fene Yönelik Motivasyon Ölçeğinde gruplar arasında anlamlı bir farklılık oluşturduğu tespit edilmiştir. Bu araştırmanın nitel boyutunda ise öğrencilerin mühendislikle ilgili algılarında, teknoloji ile ilgili algılarında, kariyer olarak mühendisliği düşünmelerinde olumlu yönde değişiklikler olduğu araştırmacı tarafından belirtilmiştir.

Yapılan başka bir çalışmada ise STEM eğitimi alan fen bilgisi öğretmenlerinin STEM etkinlikleri hakkındaki görüşlerini incelemiştir. Öğretmenler bu çalışmanın sonucunda genel olarak STEM eğitiminin fizik konularına daha uygun olduğunu, mühendislik, teknoloji ve matematikle ilişkili olduğunu belirtirken uygulanmasında

zaman, malzeme yönünden sorunlar oluştuğunu belirtmişlerdir. Öğretmenlere yönelik verilen eğitimlerin artırılması gerekliliği ve süreçte öğretmenlerle ilişkilerin kesilmemesi üzerinde durmuşlardır (Eroğlu ve Bektaş, 2016).

Bu çalışmalar paralel başka bir çalışmada ise enerji konusunu fen lisesi öğrencilerine STEM etkinlikleriyle anlatılmış, daha sonra öğrenci ve öğretmenlerin görüşleri alınmıştır. Bu çalışma da öğretmen ve öğrencilerin STEM uygulamalarını değerlendirmeleri amacıyla hazırlanan açık uçlu sorular kullanılmıştır. Bu değerlendirmeler sonucunda STEM etkinliklerinin motivasyonu, bilginin kalıcılığını, öğrenilen bilginin transferine fırsat sunduğunu, öğrencilerin öğrenme düzeylerine katkı sağladığını tespit etmişlerdir (Akdağ ve Güneş, 2017).

1.9.11.2. Mühendislik tasarım süreci ile ilgili çalışmalar

Fen Bilgisi Öğretmenliği 3.sınıfta okuyan 83 öğretmen adayı ile yapılan bir araştırmada deney grubunda dersler STEM eğitimi ve mühendislik dizayn sistemi doğrultusunda işlenirken, kontrol grubunda dersler normal sürecinde işlenmiştir. Bu çalışma sonucunda STEM eğitimi ve Mühendislik uygulamaları ile ders işlenen grupta fen bilgisi laboratuvar dersinin öğrenme düzeyindeki değişimin anlamlı düzeyde arttığı ve normal süreçle ders işlenen sınıfta ise öğrenme düzeyleri arasında anlamlı bir değişimin olmadığını gözlemlemişlerdir (Yıldırım ve Altun, 2015).

Bozkurt-Altan vd. (2016) da yapmış oldukları çalışmalarında FeTeMM eğitimi yaklaşımını tasarım temelli fen eğitimi ile birleştirerek uygulamışlardır. Bu araştırmada öğretmen adaylarının sürece yönelik olarak değerlendirmelerini almışlardır. Araştırmanın sonucunda mühendislik tasarım sürecinin güçlü yönleri olarak, yaparak yaşayarak öğrenmeyi sağlaması, düşünme becerilerini geliştirmesi, küçük tasarımların büyük tasarım için motive edici olması, kalıcılığı sağlaması gibi özellikleri belirtmişlerdir. Mühendislik tasarım sürecinin zayıf yönlerinde ise sürecin ortasında yapılan görüşmede ders süresinin uzun olması, tasarım yapamama durumu, grup çalışması olması, her grupta bir bilgisayar olması gibi özellikleri sayarken süreç sonunda yapılan görüşmede sadece her grupta bir bilgisayar olmasını sürecin zayıf yönü olarak belirtmişlerdir.

Mühendislik tasarım temelli fen eğitimi ile ilgili öğretmen görüşlerinin incelendiği başka bir araştırmada ise çalışmalarının sonucunda öğretmenlerin konu ile

ilgili olumsuz görüşleri olsa da görüşlerinin çoğunluğu olumlu olduğu araştırma sonucuna yansımıştır. Öğretmenler bazı tereddütler yaşamalarına rağmen mühendislik tasarım temelli fen eğitimi sınıflarında uygulamak istediklerini belirtmişlerdir (Hacıoğlu vd. 2016).

Bu çalışmalara benzer bir çalışmayı da Yasak (2017) yılında yapmış olduğu “Tasarım Temelli Fen Eğitiminde Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik Uygulamaları: Basınç Konusu Örneği” isimli tez çalışmasında STEM uygulamalarının fen bilgisi dersindeki öğrenci akademik başarılarına ve tutumuna etkisini incelemiştir. Bu araştırma sonucunda STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarıları ve tutumları üzerinde olumlu yönde anlamlı bir farklılığa neden olduğunu tespit etmiştir.

Bu çalışmaya paralel başka bir çalışma ise mikroişlemci destekli STEM uygulamalarının öğrencilerin bu alanlara yönelik tutumlarını incelemiştir. Yapılan bu araştırmanın sonucunda öğrencilerin bu alanlara olan ilgilerinin, tutumlarının arttığı ve süreci ders dışına taşıdıkları sonucuna ulaşılmıştır (Karışan ve Yurdakul, 2017).

1.9.11.3. Mühendislik algısı ile ilgili yapılan çalışmalar

Hsu, vd. (2011) çalışmalarında ilkokul öğretmenleri ile çalışmışlardır. Bu çalışmada öğretmenlerin mühendislik, tasarım ve teknoloji algılarını araştırmışlardır. Yapılan çalışmada araştırmacılar geliştirmiş oldukları anketle verilerini toplamışlardır. Çalışma sonucunda öğretmenlerin mühendisliğin, tasarımın ve teknolojinin önemine inandıklarını fakat öğretmenlerin bu alanları öğretme konusunda kendilerini yeterli hissetmedikleri sonucuna ulaşılmıştır.

Beşinci sınıf öğrencilerinin STEM Entegrasyonunun öğrencilerin bu alanlarla ilgili algı ve tutumlarına etkisinin araştırıldığı başka bir çalışmada (Gülhan ve Şahin, 2016) kontrol grubunda MEB tarafından önerilen Fen Bilimleri ders kitabı ile ders işlenirken, deney grubunda MEB tarafından önerilen Fen Bilimleri ders kitabına ilave olarak araştırmacılar tarafından geliştirilen STEM odaklı etkinliklerde uygulanarak ders işlenmiştir. Araştırmada STEM Algı Testi sonucunda deney grubunun boyutların tamamında kontrol grubuna göre daha yüksek bir ortalamaya sahip oldukları fakat bu değer anlamlı düzeyde olmadığı tespit edilmiştir. Deney grubunun kendi içerisindeki gelişimine bakıldığında ise mühendislik, teknoloji, kariyer alt boyutlarındaki algılarında ve genel olarak STEM ile ilgili olan algılarında olumlu yönde artış olduğu sonucuna

varmışlardır. STEM Tutum Testinden elde ettikleri bulgularda ise deney grubunun kontrol grubuna göre mühendislik-teknoloji, fen alt boyutları ile genel STEM' e karşı tutumlarının anlamlı bir fark oluştuğu sonucuna ulaşmışlardır (Gülhan ve Şahin, 2016).

Yine aynı araştırmacıların aynı yıl içerisinde yapmış oldukları başka bir çalışmada ise STEM eğitiminin 5. Sınıf öğrencilerinin kavramsal anlamalarına ve meslekle ilgili görüşlerine olan etkilerini incelemeyi amaçlamışlardır. Kontrol grubunda MEB tarafından önerilen Fen Bilimleri ders kitabıyla işlenirken, deney grubunda Fen Bilimleri kitabına ek olarak STEM entegrasyonuna yönelik etkinlikler uygulanmıştır. Bu çalışmada veri toplama aracı olarak 14 açık uçlu sorudan oluşan "Kavramsal Anlama Soruları", "Öğrencilerin meslek tercihleri ile ilgili sorular" ve "Mühendis Kimdir?" sorusuna öğrencilerin çizdikleri çizimler kullanılmıştır. Araştırmanın sonucunda öğrencilerdeki fen kavramlarını anlama düzeylerinin arttığı, mühendislik konusundaki algılarının olumlu yönde geliştiği, STEM alanlarında yer alan mesleklere karşı ilgilerinin genel anlamda arttığı sonucuna ulaşmışlardır.

İlkokul öğrencilerindeki mesleklere ilişkin algıların araştırıldığı başka bir çalışmada ise Selanik-Ay ve Emeksever (2016) öğrencilerin hikâyelerine dayalı olarak algılarını belirlemeye çalışmışlardır. Bu çalışmanın sonucunda araştırmacılar öğrencilerin mühendislik konusunda eksik bilgiye ve yanlış, yetersiz algılamaya sahip olduklarını belirtmişlerdir.

Bu çalışmaya benzer yapılan başka bir çalışmada ise öğrencilere teknolojik tasarım görevleri, mühendislik temelli uygulamalar ve robotik gibi etkinlikler yaptırılarak farklılaştırılmış eğitim ortamlarının öğrencilerin meslek algılarına etkisini incelemişlerdir. Araştırma sonuçlarında mühendisliğe karşı olan farkındalıklarının arttığı ve mühendislik kariyerine dönük düşünceler geliştirdiklerini tespit etmişlerdir (Şahin ve Keser 2016).

Altıncı sınıf öğrencilerinin STEM temelli etkinlikler hakkındaki görüşlerinin incelendiği başka bir araştırmada sonucunda ise öğrenciler STEM etkinliklerinin kendilerini birçok yönden geliştirdiğini, kariyer olarak STEM alanlarını seçmek istediklerini özellikle mühendislik alanlarında kendilerini geliştirmek istediklerini belirtmişlerdir (Gökbayrak ve Karışan, 2017).

1.9.11.4. Teknoloji algısı ile ilgili yapılan çalışmalar

Bilecik vd. (2012) yapmış oldukları çalışmalarında fen ve teknoloji öğretmen adaylarının teknoloji ve teknolojik ürün konusuna yönelik olarak bilgi düzeylerini incelemişlerdir. Öğretmen adaylarının teknolojinin tanımı konusunda sıkıntı yaşamadıklarını fakat teknolojik ürünleri tanımlama konusunda eksik bilgiye sahip olduklarını, teknolojiyi sadece elektronik ve mekanik araç-gereçler olarak algıladıkları sonucuna ulaşmışlardır.

Bu konu hakkında yapılan başka bir çalışmada ise Batur ve Uygun (2012) yaptıkları “İki Neslin Bir Kavram Algısı: Teknoloji” isimli çalışmalarında 30 yaş altındaki gençler ile 60 yaş üzerindeki yaşlı insanların teknoloji algıları belirlenmeye çalışılmıştır. Bu araştırma da geçmişte var olan teknoloji algısı ile günümüzde var olan teknoloji algısının büyük değişim gösterdiği görülmüştür. Genç bireylerde teknoloji kullanımının daha fazla olduğu, yaşlı bireyler ise bu durumu teknolojinin olumsuzlukları olarak değerlendirdikleri tespit edilmiştir. Özellikle teknolojik iletişim araçlarının kullanımı konusunda ciddi algı farklılıkları olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Genç mucitler geleceği tasarlıyor. Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik eğitimleri projesinde öğrencilerden verilen senaryolar çerçevesinde televizyonlarda sunulacak STEM spotu geliştirmelerini istemişlerdir. Proje ekibinin amacı fen, teknoloji, mühendislik ve matematik eğitimlerinin öğrenciler tarafından önemlerini fark etmelerini, tasarım yapmaları ve öğrencilerin STEM algılarını belirlemektir. Bu süreçte öğrenciler projedeki rehberler, eğitimciler tarafından izlenmişlerdir. Yapılan etkinlikten sonra uygulanan etkinlik değerlendirme formundaki öğrenci cevapları incelendiğinde; STEM spotu çalışmasının bilgisayar ve teknoloji konularında öğrencilerin bilgi, beceri ve STEM alanlarına olan ilgiyi geliştirdiği tespit edilmiştir (Baran vd., 2015).

Yapılan başka bir çalışmada ise Durukan vd. (2016) da bilgisayar ve öğretim teknolojileri öğretmeni adaylarının teknoloji algılarını incelemişlerdir. Yapılan çalışmanın sonucunda öğretmen adayların teknolojiyi daha çok olumlu olarak algıladıkları ve hayatımızdaki önemine dair metaforlar geliştirdiklerini tespit etmişlerdir.

Sarier (2016) yapmış olduğu çalışmada ise öğretmen adaylarının bilgisayar yeterlilik düzeyleri ile teknolojiye yönelik algıları arasındaki ilişkiyi çeşitli değişkenler açısından incelemiştir. Bu araştırmalarda öğretmen adaylarının bilgisayar yeterlilikleri

ile eğitim ortamında teknoloji kullanmalarına yönelik algıları zayıf düzeyde de olsa pozitif yönde anlamlılık bulunmuştur.

Yıldırım ve Türk (2018) yapmış oldukları çalışmalarında STEM eğitimi sonrasında sınıf öğretmeni adaylarının STEM eğitime yönelik görüşlerini almışlardır. Bu çalışma sonrasında sınıf öğretmeni adaylarının teknolojiye dair birçok kavram yanlışlarının olduğu ve bu yanlışlarının olumlu yönde gelişim gösterdiğini tespit etmişlerdir. Aynı zamanda araştırma sonucunda öğretmen adaylarının teknolojinin eğitimde kullanılması gerekliliğine ve eğitimin kalitesini arttırdığına inandıkları sonucuna ulaşmışlardır.

2. MATERYAL ve METOT

Bu bölümde araştırmanın modeli, çalışma grubu, veri toplama araçları, verilerin analizinde kullanılan istatistiksel teknikler yer almaktadır.

2.1. Araştırmanın Modeli

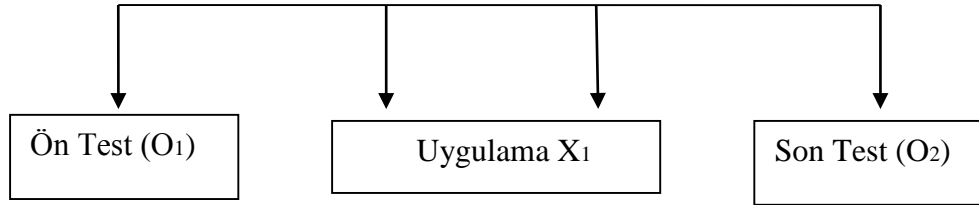
STEM eğitimi yaklaşımının sınıf öğretmeni adaylarının mühendislik tasarım süreçlerine, mühendislik ve teknoloji algularına etkisinin araştırıldığı bu çalışmada karma yöntemler araştırma modeli kullanılmıştır. Karma yöntem tek bir çalışmada ya da çalışma dizisinde hem nicel verilerin hem de nitel verilerin toplanması, analiz edilmesi ve birbirleriyle ilişkilendirilmesine, birleştirilmesine odaklanan bir araştırma yöntemidir (Demir, 2016). Araştırmacılar nitel ve nicel araştırma yöntemlerinin bu şekilde bir arada kullanılmasının temel nedeni olarak iki yaklaşımın güçlü yönlerinden faydalanmak ve zayıf kalan yönlerini telafi edebilmek için kullanılan bir yöntem olarak açıklamaktadırlar (Baki ve Gökçek, 2012).

Alan yazın incelendiğinde karma yönteme dair farklı bakış açıları bulunmaktadır. Bunlardan birisi de Creswell ve Tashakkori'nin 2007 yılındaki açıklamaları olmuştur. Bunlar karma araştırma yönteminin en temel noktası olarak hem nicel verileri hem de nitel verileri toplama, birleştirme, ilişkilendirme ya da hem nitel hem de nicel veri kaynaklarının birleştirmesinden dolayı araştırma problemini daha iyi anlaşılmasına olanak sağlayacağını belirtmişlerdir.

Bu çalışma da sınıf öğretmeni adaylarının mühendislik tasarım süreçlerinde yer alan basamakları kullanma becerileri nitel araştırma yöntemiyle incelenirken, mühendislik ve teknoloji alguları ise nicel araştırma yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Nitel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Nitel araştırma yönteminde, gerçek yaşamla, güncel bir durumla ya da belirli bir zamanda durumlar hakkında birden fazla bilgi kaynaklarıyla (mülakatlar, dokümanlar, gözlemler, görsel-işitsel kaynaklar vb.) araştırılan konu hakkında detaylı ve derinlemesine veriler toplanır. Nitel araştırma yönteminde araştırılan konu hakkında derinlemesine bilgi sağlanmalıdır. Bunun için araştırmacı birden fazla veri kaynağı kullanarak verilerini elde eder. Çünkü tek veri kaynağı genellikle araştırılan konu hakkında derinlemesine anlayışın geliştirilmesi açısından yeterli olmayacaktır (Yıldırım ve Şimşek, 2011; Bütün ve Demir, 2015). Bu araştırmada da bu bilgiler doğrultusunda birden fazla veri kaynağı kullanılarak veriler

toplanmıştır. STEM eğitimi yaklaşımı dâhilinde hazırlanan etkinliklerin uygulanması sürecinde kullanılan mühendislik tasarım süreci basamaklarını kullanma becerilerinin nasıl değişim gösterdiği öğretmen adaylarından elde edilen dokümanlar, araştırmacının süreçteki gözlemleri ve süreç boyunca alınan ses kaydı verileri betimsel analiz yöntemi ile incelenmiştir. Ses kayıt cihazı ile toplanan veriler transkript edilerek yazılı hale getirilmiştir. Başka bir araştırmacı tarafından transkriptler dinlenerek kontrol edilmiştir. Daha sonra oluşabilecek hatanın en aza indirgenebilmesi amacıyla süreç boyunca yapılan alan gözlemlerinden elde edilen veriler ve doküman analizleri ile karşılaştırıldıktan sonra kullanılmıştır. Araştırmanın mühendislik ve teknoloji algılarının araştırıldığı süreçte ise deneysel desen kullanılmıştır. Araştırmanın deneysel sürecinde 2016-2017 eğitim öğretim yılında STEM eğitimi yaklaşımının öğretmen adaylarının mühendislik algılarına ve teknoloji algılarına olan etkisinin belirlenmesi amacıyla tek grup ön test-son test deneysel desen kullanılmıştır. Bu süreçte STEM eğitimi yaklaşımı dâhilinde hazırlanan ders planlarının öğretmen adaylarının mühendislik algıları ve teknoloji algıları arasındaki neden sonuç ilişkisini açığa çıkartmak amaçlanmıştır. Araştırmada kullanılan ön test-son test aşağıda Çizelge 2.1 de gösterilmiştir.

Çizelge 2.1. Araştırma kapsamında kullanılan tek gruplu ön test- son test deneysel desenin şematik gösterimi



Yukarıdaki çizelge de ön test (O₁) ve Son Test (O₂) mühendislik algı ölçeği ve teknoloji algı ölçeklerini ifade ederken, Uygulama X₁ ise STEM eğitimi yaklaşımı ve mühendislik tasarım süreci dâhilinde yapılan etkinlikleri ifade etmektedir. Bu araştırmada STEM eğitimi yaklaşımının başka eğitim yaklaşımlarına göre akademik başarı üzerindeki etkisine odaklanılmamış, uygulanan etkinliklerin öğretmen adaylarının mühendislik tasarım sürecindeki gelişimlerine, mühendislik ve teknoloji algılarının gelişimine odaklanıldığı için araştırma tek grup üzerinden yürütülmüştür. Bu konuyla ilgili alan yazına da bakıldığında bu düşünce kapsamında tek grup ön test-son test kullanıldığı görülmektedir (Koç ve Büyük, 2012; Yamak vd., 2014; Bozkurt, 2014; Altan-Bozkurt vd., 2016).

2.2. Araştırmanın Çalışma Grubu

Çalışma evreni araştırmacıların hakkında görüşlerini bildirecekleri, ulaşılabilen evrendir. Araştırmalarda evrenin belirlenmesi aşamasında amaca uygunluk önem arz etmektedir. Çünkü çalışma evreni çalışılan konuya ve çalışmanın amacına göre değişiklik gösterir (Karasar, 2012). Bu araştırmanın çalışma örneklemini bir devlet üniversitesinin Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü Sınıf Öğretmenliği Anabilim Dalında okuyan Fen ve Teknoloji Laboratuvar Uygulamaları dersini alan 27 sınıf öğretmeni adayı oluşturmaktadır. Çalışmanın nicel araştırma yönteminin örneklem seçiminde seçkisiz olmayan örnekleme yöntemlerinden uygun örnekleme yöntemi tercih edilmiştir. Bu örnekleme yönteminde para, emek ve işgücü kaybını en aza indirmek amaçlanır (Büyüköztürk vd., 2012). STEM Eğitimi günümüzde bazı üniversitelerde çalışılmasından dolayı araştırmacının ulaşabileceği bir devlet üniversitesi tercih edilmiştir. Nitel araştırma yöntemlerinde ise amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Bu örnekleme yönteminde ise bireylerin, grupların örnekleme dâhil edilmesi için bazı ölçütleri karşılamaları gerekir (Yıldırım ve Şimşek, 2011; Büyüköztürk vd., 2012). Bu bağlamda nitel çalışma gruplarının seçiminde kullanılan kriterler;

1. Yazılı dokümanlardan verimli bilgi akışı sağlama,
2. Dersleri düzenli takip etme,
3. Çalışma grubuna katılmaya gönüllü olma olarak belirlenmiştir.

Her iki örneklem seçiminde de öğretmen adaylarına araştırma hakkında bilgilendirme yapılmış ve gönüllülük esasına göre çalışma evrenine dâhil edilmişlerdir.

2.3. Veri Toplama Araçları

Araştırmada kullanılan veriler karma yöntem araştırmasının gerektirdiği şekilde hem nicel hem de nitel veri toplama araçlarıyla toplanmıştır. Araştırmanın nitel veri toplama araçları mühendislik tasarım sürecinin gözlenmesi, öğretmen adaylarından elde edilen dokümanlar ve bu sürecin ses kaydına alınarak daha sonra yazıya aktarılmasıyla oluşan veri setleridir. Nicel veri toplama araçlarından bir tanesi teknoloji algı ölçeğidir. Bu ölçek 2004 yılında Tınmaz tarafından geliştirilmiş olup, 28 maddeden ve iki alt boyuttan oluşmaktadır. Bu alt boyutlar araştırmacı tarafından “Eğitimde Teknolojinin Olumlu Etkisine İnanç” ve “Teknolojinin Lisans Programına Etkisi” olarak

adlandırılmıştır. Ölçeğin ilk 16 maddesi eğitimde teknolojinin olumlu etkisine inancı ölçerken, sondan 12 maddesi ise teknolojinin lisans programlarına etkisini ölçmektedir. Araştırmacı tarafından yapılan analizler sonucunda 16 maddeden oluşan birinci alt boyutun Cronbach Alfa katsayısı 0.89 bulunurken, ikinci alt boyutun Cronbach Alfa katsayısı 0.81 olarak bulunmuştur. Tüm ölçeğin Cronbach Alfa katsayısı ise 0.86 olarak belirlenmiştir. Araştırma kapsamında kullanılan teknoloji algı ölçeği Tınmaz tarafından gerekli izin alınarak kullanılmıştır. Nicel veri toplama araçlarından bir diğeri ise araştırma kapsamında geliştirilen mühendislik algı ölçeğidir. Sınıf öğretmeni adaylarının mühendislik algısındaki değişimi belirlemek için mühendislik algısı ile ilgili hali hazırda ölçek bulunup bulunmadığı araştırılmış olup bu araştırmaların sonucunda yurt dışında bu konu ile ilgili ölçeklere rastlanırken yurt içinde bu konu ile ilgili geliştirilen ölçeğe rastlanmamıştır (Gibbons vd., 2003; Yaşar vd., 2006; Arafah, 2011; Newby, 2012; Patrick, 2016). Yurt içinde yapılan mühendis ve mühendislik ile ilgili araştırmalarda genellikle nitel çalışmaların yapıldığı görülmektedir. Bu çalışmalarda açık uçlu sorular ve mühendis algısını ölçmek amacıyla çizimler yaptırılmaktadır (Gülhan ve Şahin, 2016; Koyunlu-Ünlü ve Dökme, 2017). Bu yüzden STEM Eğitimi süresince öğretmen adaylarında oluşan mühendislik algısını belirlemek için bir ölçeğe ihtiyaç duyulmuş ve bu amaç doğrultusunda öncelikli olarak mühendislik algı ölçeği geliştirilmiştir. Daha sonra geliştirilen bu ölçek sınıf öğretmeni adaylarının mühendislik algılarını belirlemek amacıyla araştırmada kullanılmıştır. Ölçek geliştirme aşamasında izlenen sıra aşağıda ayrıntılarıyla verilmiştir (Karasar, 2012).

2.3.1. Mühendislik algı ölçeğinin geliştirilmesi

2.3.1. 1. Ölçek konusu ile ilgili literatür taraması

Geliştirilecek olan mühendislik algı ölçeği ile ilişkili mühendis, mühendislik, mühendislik kariyeri, mühendislik eğitimi ve mühendislik ile ilişkili literatür taraması yapılmıştır (Gibbons vd., 2003; MEB, 2006; Yaşar vd., 2006; Hirsch vd., 2007; Sönmez, 2011; Arafah, 2011; Akgül vd., 2013; MEB, 2013a; Yıldırım ve Altun, 2015; Gülhan ve Şahin, 2016; Özyurt ve Özyurt, 2016; Yıldırım, 2016; Kızılay, 2016; Hacıoğlu vd., 2016; Mutlu ve Korkut-Owen, 2017). Literatür taramasında hem ulusal hem de uluslararası kaynaklardan yararlanılmıştır.

2.3.1. 2. Madde havuzunun oluşturulması

Yapılan literatür taramasından yararlanılarak 53 maddelik bir taslak havuzu oluşturulmuştur (Gibbons vd., 2003; Yaşar vd., 2006; Arafah, 2011; Özyurt ve Özyurt, 2016). Ölçek maddeleri hazırlanırken maddelerin mümkün olduğunca anlaşılır, sade ve değişik anlamlara gelmeyecek şekilde ifadeler içermesine dikkat edilmiştir. Maddeler oluşturulurken bireyleri yönlendirici ya da taraflı olmamasına da özen gösterilmiştir. Daha sonra bu maddeler alanında yetkin 2 uzmana dil alanında yetkin 3 uzmana maddelerin dil açısından anlaşılabilirliğini belirlemek amacıyla kontrol ettirilmiştir. Uzman görüşleri doğrultusunda madde sayısı 51' e düşürülmüş ve uzman görüşleri için uygun hale getirilmiştir. Farklı uzman görüşleri için uygun hale getirilmiştir. Ölçek maddeleri oluşturulurken hem olumlu hem de olumsuz maddelere yer verilmiş ve bu maddeler karışık şekilde yerleştirilmiştir. Ayrıca ölçekte ters yönde çalışan maddelere de yer verilerek ölçeğin güvenilirliği arttırılmaya çalışılmıştır.

2.3.1. 3. Uzman görüşü alma

Hazırlanan maddelerin kapsam geçerliliğini belirlemek amacıyla uzman görüşüne başvurulmuştur (Büyüköztürk vd., 2012). Bu aşamada alanında bilgi sahibi olan mühendislerden, STEM eğitimi alanında uzmanlardan, çalışma konusunda bilgilendirilen uzmanlardan, ölçme uzmanlarından ve Türkçe eğitimi alanında uzman olan kişilerden maddelerin ölçeğe ve hedef kitleye uygunluğu konusunda değerlendirmeler alınmıştır. Bu çalışma kapsamında değişik alanlarda yetkin olan toplamda 15 uzmanın bu konu ile ilgili bilgilerine başvurulmuştur. Bu değerlendirmeler için ölçek ikili derecelendirme “uygun”- “uygun değil” şeklinde yapılandırılmıştır. Uzmanlardan her bir madde için uygunluğunu değerlendirmeleri, seçeneklerden birini işaretlemeleri ve uygun değil seçeneğini işaretlemeleri durumunda ise açıklama kısmına gerekçesini belirtmeleri istenmiştir. Uzmanlardan gelen açıklamalar doğrultusunda maddeler tekrardan gözden geçirilmiş ve uyuşma düzeyi % 70-80 oranında olan maddeler düzeltilmiş, bunun altında değere sahip olan 5 madde ölçekten çıkarılmıştır (Büyüköztürk, 2016).

2.3.1.4. Pilot uygulama yapma

Uzman görüşünden sonra şekillenen yeni ölçek maddelerinin anlaşılabilirliğini test etmek amacıyla öğretmen adaylarının görüşüne sunulmuştur. Ölçek maddelerini

öğrencilerin bazı değişkenler açısından (sorular kolayca anlaşılabilir mi? Sorular açık mı? Net olmayan sorular var mı? Tekrara kaçan maddeler var mı? vb.) değerlendirmeleri istenmiştir. Değerlendirme neticelerini açıklama kısmına gerekçelerini belirterek yazmaları vurgulanmıştır. Bu çalışmaya 56 öğrenci katılmıştır. Bu uygulamada öğrencilerin eğitim fakültesinin farklı bölümlerinden ve cinsiyet açısından sayının birbirine yakın değerde olmasına özen gösterilmiştir. Öğrencilerden 6 tanesi ile de ölçek maddelerinin işlevselliği ve anlaşılabilirliği konusunda yüz yüze tartışarak değerlendirmeleri dikkate alınmıştır. Daha sonra tüm öğrencilerden gelen dönütler doğrultusunda ölçek maddeleri araştırmacılar tarafından yeniden gözden geçirilerek gerekli düzenlemeler yapılmış ve 3 madde daha ölçekten çıkarılarak ölçek yeniden düzenlenmiştir. Elde edilen maddelerin son durumda da tekrardan dilsel düzenlemeleri için 2 Türkçe eğitimi uzmanına gösterilerek ölçek maddeleri son halini almıştır. Bu işlemlerin ardından bireylerin ölçekte yer alan maddelere katılma düzeylerini belirlemek amacıyla “ Kesinlikle Katılmıyorum (1)”, “Katılmıyorum (2)”, “Kısmen Katılıyorum (3)”, “Katılıyorum (4)”, “Kesinlikle Katılıyorum (5)” şeklinde 5’li likert derecelendirme ölçeği halinde hazırlanmıştır.

2.3.1.5. Deneme uygulaması

Pilot uygulama sonrasında 43 maddeden oluşan ölçek bir devlet üniversitesinin eğitim ve mühendislik fakültelerinde okuyan öğrencilere uygulanmıştır. Bu ölçek uygulanmadan önce öğretmen ve mühendis adaylarına hem araştırmanın amacı hakkında hem de uygulama aşamasında dikkat etmeleri gerekenler hakkında bilgilendirme yapılmıştır. Ölçeğin uygulama süresi her grup için yaklaşık olarak 10-15 dakika sürmüştür.

2.3.1.6. Verilerin toplanması

Veriler bir devlet üniversitesinin eğitim ve mühendislik fakültelerinde okuyan öğrencilerinden toplanmıştır. Toplamda 821 tane veri toplanmasına rağmen verilerin güvenilirliğini ve geçerliğini düşürebileceği düşünülen 41 veri değerlendirmeye alınmamıştır.

2.3.1.7. Verilerin analizi

Pilot çalışması yapılan ölçeklerde tam doldurulmayan ya da öğrencilerin ölçekte yer alan maddelerin hepsine aynı likert maddesini işaretlediği formlar değerlendirmeye alınmamış ve çalışma grubuna dâhil edilmemiştir. Kalan veriler bilgisayar ortamına aktarıldıktan sonra faktör analizleri yapılmıştır. Faktör analizi, değişkenler arasındaki ilişkiyi inceleyen, var olan değişkenlerin anlamlı bir şekilde ortaya konmasını ve yapının doğrulanmasını sağlayan bir istatistiksel tekniktir. Faktör analizi tekniği genel olarak açımlayıcı faktör analizi (AFA) ve doğrulayıcı faktör analizi (DFA) olmak üzere iki şekilde yapılmaktadır (Bayram, 2004; Güriş ve Astar, 2014; Tabachnick ve Fidall, 2015; Büyüköztürk, 2016). Bu bağlamda ölçek için elde edilen formların önce SPSS programı dâhilinde açımlayıcı faktör analizi daha sonra lisrel programı dâhilinde doğrulayıcı faktör analizi yapılmıştır.

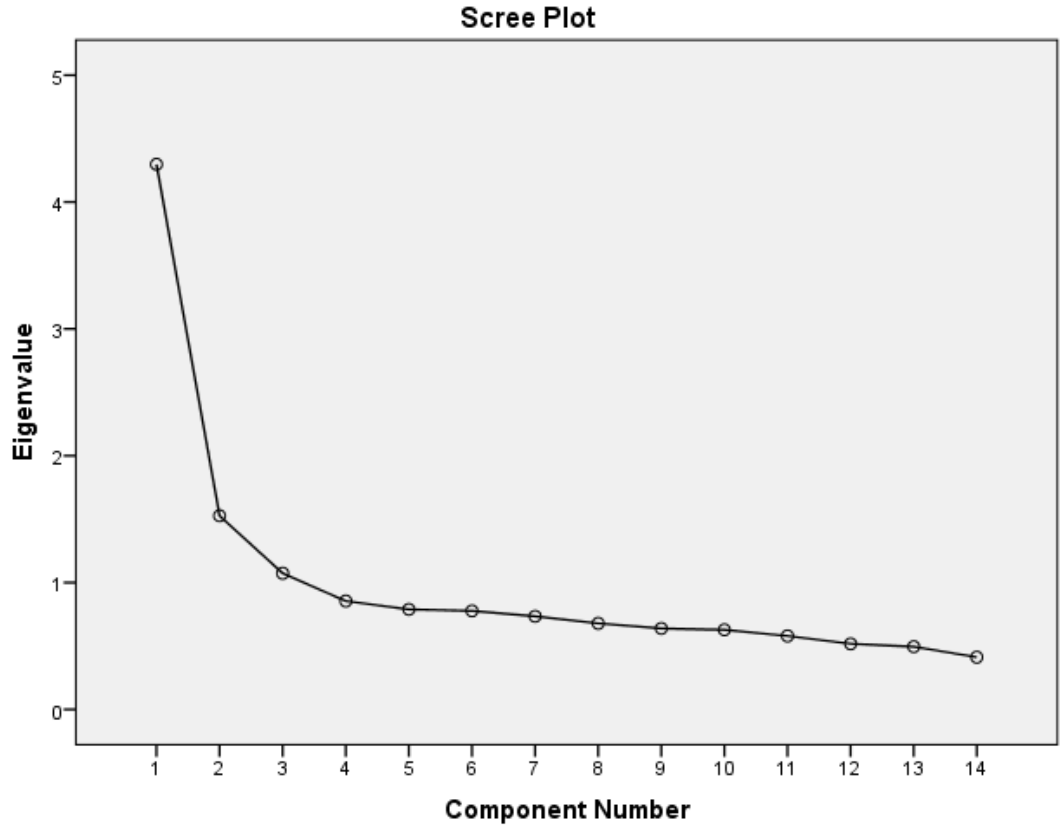
2.3.1.7.1. Açımlayıcı faktör analizine ait bulgular

Açımlayıcı faktör analizi; ölçme aracındaki maddelerin kaç boyutta toplanabileceğini ve aralarındaki ilişkinin ne tür olduğunu belirlemeye yarayan bir tekniktir. Açımlayıcı faktör analizi örneklemin yeterli olup olmadığı konusunda istatistiksel olarak fikir verebilmektedir (Güriş ve Astar, 2014; Tabachnick ve Fidall, 2015; Howell, 2017). Örneklemin büyüklüğünün faktör analizi için yeterli olup olmadığının incelenmesi amacıyla Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) ve Bartlett Küresellik testleri uygulanmaktadır. Faktör analizi için KMO testi sonucunda elde edilecek olan değerler 1 ile 0.50 arasında bir değer alması beklenir. KMO testi sonucu ile ilgili literatürde yer alan değerler; 1'e yaklaştıkça mükemmel, 0.90 çok iyi, 0.80 iyi, 0.70 ile 0.60 arası zayıf ve 0.50'nin altındaki değerlerde faktör analizine devam edilemeyeceği bilgisini vermektedir (Bayram, 2004; Güriş ve Astar, 2014; Howell, 2017). Bartlett Küresellik testi değeri anlamlı olduğu durumda verilerin çok değişkene sahip normal dağılım gösterdiği söylenir. Elde edilmiş olan χ^2 test istatistiğinde p değeri 0.05'ten küçük bir değer alıyorsa normal dağılımlı ve analiz için uygundur yorumu yapılır (Güriş ve Astar, 2014). KMO ve Bartlett analizi sonucunda elde edilen değerler Çizelge 2.2. de sunulmuştur.

Çizelge 2.2. KMO ve Bartlett's analizine ait değerler

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy		0.880
	Approx. Chi-Square	2395.356
Bartlett's Test of Sphericity	Df	91
	Sig.	0.000

Bu bağlamda analizler sonucunda KMO testi sonucunun 0.50'dan büyük olması ve Bartlett testinin anlamlı çıkması verilerin yapılacak olan faktör analizi için uygun olduğunu göstermektedir. Faktör analizinde önemli bir nokta ise var olan değişkenlerin (ölçek ya da anket maddelerinin) kaç faktörü ölçtüğüdür. Buna karar vermek amacıyla öz değer (eigenvalue), açıklanan varyans oranı ve çizgi grafiği (screeplot) dikkate alınmaktadır (Büyüköztürk, 2016). Faktör analizi çalışmalarında önemli olan noktalardan biriside faktör belirlemede ve faktör sayısına karar vermede tek bir teknik yerine birden fazla tekniği kullanmanın çok daha doğru olacağı söylenebilir (Büyüköztürk vd., 2009). Faktör analizindeki maddelerin hangi faktörlerde yer aldığı daha iyi anlaşılabilmesi amacıyla madde analiz çözümü ile varimax döndürme teknikleri yapılmıştır. Doğrulayıcı faktör analizinden önce yapının netleşmesi amacıyla özdeğerlerin 1'den büyük değerler alması kuralının yanında yamaç birikinti grafiğine (scree plot) bakılmasına karar verilmiştir. Yamaç birikinti grafiğinin dikey ekseninde özdeğerler, yatay ekseninde ise faktör sayıları yer almaktadır. Eğimin yataylaştığı noktalar kırılma noktaları olarak değerlendirilmekte ve faktör sayısı ona göre belirlenmektedir. Aşağıda Şekil 2.1. incelendiğinde 14 maddeden oluşan mühendislik algı ölçeğinin faktör sayısının üç olduğu görülmektedir. Ölçekteki maddelerin yer aldığı boyutların eigenvalue değerinin bir boyutun 4'ün üzerinde değer aldığı, diğer iki boyutun ise 1 ile 2 arasında değer aldığı görülmektedir.



Şekil 2.1. Mühendislik algı ölçeğine ait yamaç-birikinti grafiği (Scree plot)

Çizelge 2.3. Mühendislik algı ölçeğine ait açımlayıcı faktör yük değerleri

Madde	Faktör Yük Değerleri		
M 19	0.686	0.028	0.154
M 9	0.681	0.222	0.090
M 17	0.618	0.037	0.125
M 15	0.599	0.258	0.070
M 1	0.566	0.102	0.149
M 12	0.513	0.105	0.203
M 34	0.102	0.793	0.172
M 35	0.095	0.774	0.184
M 36	0.104	0.666	0.049
M 39	0.239	0.605	0.308
M 30	0.167	0.007	0.751
M 29	0.247	0.196	0.696
M 24	0.263	0.199	0.604
M 37	0.045	0.308	0.593
	Faktör 1	Faktör 2	Faktör 3
Açıklanan Varyans	% 17.896	% 16.793	% 14.576
	Toplam Varyans % 49.265		
Özdeğerleri	4.297	1.527	1.073

Maddeler arasında faktör yük değerleri yüksek olanlar seçilmiştir. Maddelerin faktör yük değerlerinin alt sınırı olarak 50 kriter kabul edilmiş ve bu kriter göz önünde bulundurularak yük değeri 0.50'den düşük olan maddeler ölçekten çıkarılmıştır. Analizler sonucunda yukarıdaki değerler elde edilmiştir. Bu değerler incelendiğinde maddelerin öz değeri 1'in üzerinde olan üç faktör altında toplandığı görülmektedir. Bu üç faktörün varyansa da yaptıkları toplam katkıya bakıldığında % 49.265 olduğu görülmektedir. Önemli olarak belirlenen faktörlerden birinci faktör ölçeğe ilişkin toplam varyans değerinin % 17.896'sını, ikinci faktör % 16.793'ünü ve üçüncü faktörün % 14.576'sını açıklamaktadır. Faktör analizi sonucunda elde edilen varyans oranlarının yüksek olması ölçeğin faktör yapısının o derece güçlü olduğunu göstermektedir. Fakat sosyal bilimlerde elde edilen varyans oranları çok yüksek olmamaktadır. Bunun için % 40 ile % 60 arasında değer alan varyans oranları yeterli olarak kabul edilmektedir (Tavşancıl, 2010). Bu doğrultuda % 49.265 olarak bulunan varyans oranının kabul

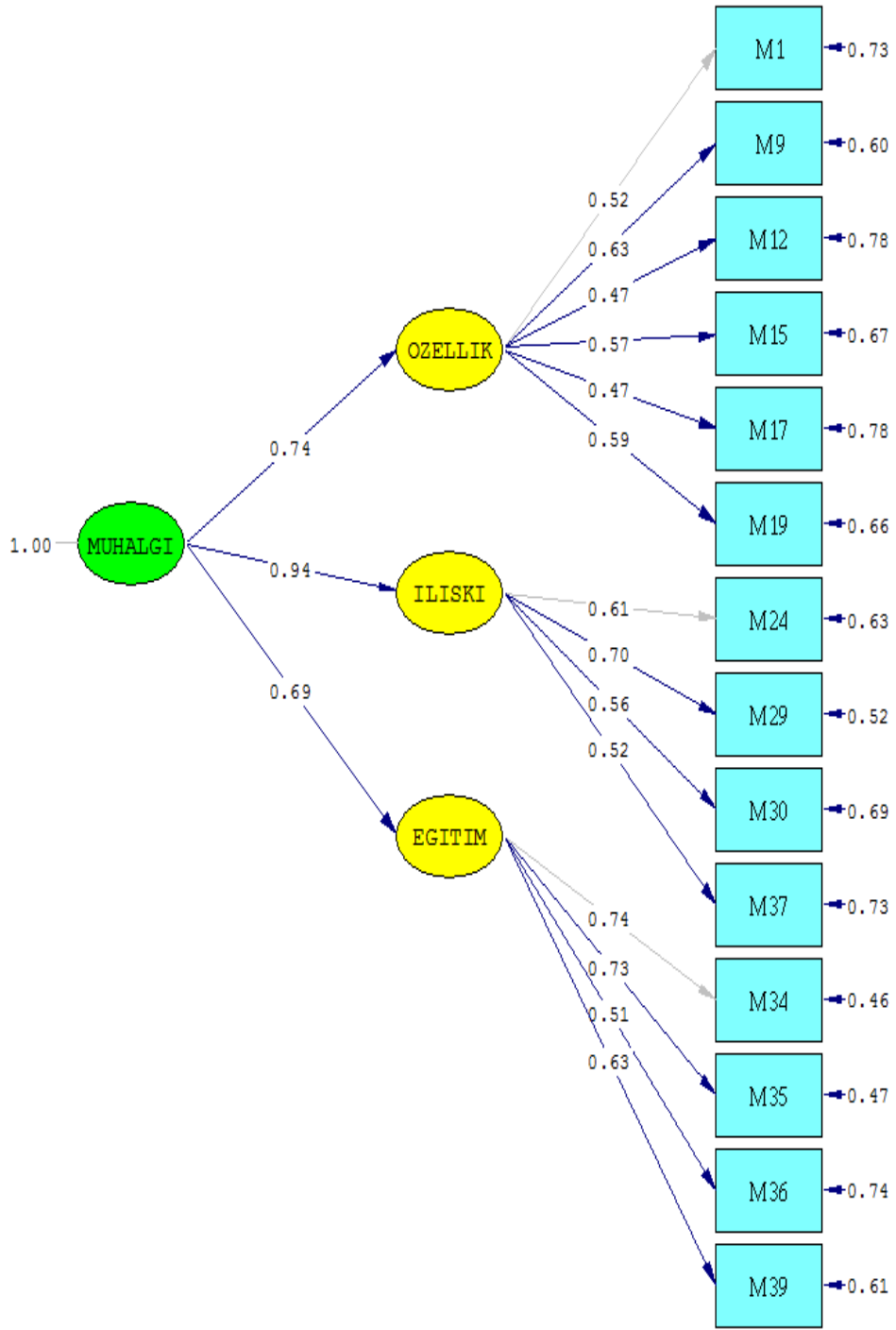
edilebilir değerler arasında yer aldığı görülmektedir. Analiz sonucunda elde edilen faktör sayısında öz değer lt alınmıştır. Bu durum yukarıda verilen screeplot grafiğine de yansımıştır. Faktör döndürme sonucunda, birinci faktörün 6 maddeden (M19, M9, M17, M15, M1, M12), ikinci faktörün 4 maddeden (M34, M35, M36, M39), nc faktöründe 4 maddeden (M30, M29, M24, M37) oluştuğu belirlenmiştir. Birinci faktördeki maddelerin yük değerleri 0.686-0.513, ikinci faktördeki maddelerin yük değerleri 0.793-0.605, üçüncü faktördeki maddelerin yük değerleri ise 0.751-0.593 arasında yer aldığı görülmektedir. Bu faktörlerde yer alan maddeler düşünülerek faktörler isimlendirilmişlerdir. Buna göre 6 maddeden oluşan birinci faktöre mühendislerin özellikleri, 4 maddeden oluşan ikinci faktöre mühendislik eğitimi ve yine 4 maddeden oluşan üçüncü faktöre ise mühendislik ve teknoloji ilişkisi olarak adlandırılmıştır. Bu ölçekte yer alan alt boyutlar ve bu alt boyutlardaki maddeler izelge 2.4 de verilmiştir.

Çizelge 2.4. Açımlayıcı faktör analizi sonucu alt boyutları ve bu boyutlarda yer alan maddeler

Alt Boyutlar	Madde Sayısı
Mühendislerin zellikleri	1, 9, 12, 15, 17, 19
Mühendislik Eğitimi	34, 35, 36, 39
Mühendislik ve Teknoloji İlişkisi	24, 29, 30, 37
Toplam	14 Madde

2.3.1.7.2. Doğrulatoryıcı faktör analizine ait bulgular

Doğrulatoryıcı faktör analizi (DFA); önceden belirlenmiş olan bir yapının toplanmış olan verilerle doğruluğunu test etmektedir (Büyüköztürk, 2016). Açımlayıcı faktör analizi sonucunda ölçeğin 14 maddeden oluşan 3 faktörlü bir yapıyı ölçtüğü grlmştir. Yapılan çalışmada mühendislik algı leğinin DFA yük değerleri Şekil 2.2’de verilmiştir.



Chi-Square=137.32, df=74, P-value=0.00001, RMSEA=0.033

Şekil 2.2. Mühendislik algı ölçeğine ait doğrulayıcı faktör yük değerleri

Ölçeğin model uygunluğunu belirlemek amacıyla doğrulayıcı faktör analizlerinde (DFA) en çok kullanılan uyum indeksleri ile değerlendirilmiştir (Şimşek, 2007). Bu uyum indeksleri ve mühendislik algı ölçeğinden elde edilen değerler Çizelge 2.5’de verilmiştir.

Çizelge 2.5. Mühendislik algı ölçeğinin doğrulayıcı faktör analizine ait uyum indeksleri

İndeks	Değer	Mükemmel Uyum	İyi Uyum	Kaynak
χ^2/sd	1,85	$\chi^2/sd \leq 2$	$\chi^2/sd \leq 3$	Kline (2011)
GFI	0,97	$GFI \geq 0,95$	$GFI \geq 0,90$	Hooper vd., (2008)
RMSEA	0,03	$RMSEA \leq 0,05$	$RMSEA \leq 0,08$	Hooper vd., (2008)
NFI	0,97	$NFI \geq 0,95$	$NFI \geq 0,90$	Thompson (2008)
AGFI	0,96	$AGFI \geq 0,90$	$AGFI \geq 0,85$	Bayram (2004)
CFI	0,99	$CFI \geq 0,95$	$CFI \geq 0,90$	Sümer (2000)
RMR	0,04	$RMR \leq 0,05$	$RMR \leq 0,08$	Brown (2006)

Araştırma kapsamında geliştirilmiş olan mühendislik algı ölçeğine yönelik yapılan doğrulayıcı faktör analizi sonucunda ölçekte yer alan 14 maddenin uyum indeksleri sonuçlarının hepsinin mükemmel uyum değerlerini aldığı görülmektedir.

Mühendislik algı ölçeğinin iç güvenilirliğini belirlemek amacıyla Cronbach Alpha iç güvenilirlik katsayıları hesaplanmıştır. Cronbach Alpha değerleri 0.60 ve 0.70 arasında değer alırsa kabul edilemez, 0.70-0.80 arasında ise kabul edilebilir, 0.80-0.90 arasında değer alıyorsa çok iyi, 0.90’ dan büyük bir değer alıyorsa ölçekteki maddelerin azaltılması gerekliliğini belirtmektedir (DeVellis, 2012). Mühendislik algı ölçeğinin Cronbach Alpha katsayısı hem ölçeğin totalinde, hem de alt boyutları bazında incelenmiştir. Yapılan analiz sonucunda total olarak Cronbach Alpha katsayısı 0.821 olarak hesaplanırken, “Mühendislerin Özellikleri” alt boyutunun Cronbach alpha katsayısı 0.706 olarak, “Mühendislik Eğitimi” alt boyutunun Cronbach alpha katsayısı 0.675 ve son olarak “Mühendislik ve Teknoloji İlişkisi” alt boyutunun Cronbach alpha katsayısı 0.744 olarak hesaplanmıştır.

Analiz sonuçları incelendiğinde de mühendislik algı ölçeğinin genel Cronbach alpha değeri çok iyi değerler arasında yer alırken, mühendislerin özellikleri ve mühendislik ve teknoloji ilişkisi alt boyutları kabul edilebilir değer aldığı

görülmektedir. Mühendislik eğitimi alt boyutu ise düşük bir farklılıkla kabul edilemez değerler arasında yer aldığı görülmektedir. Bu değerler aşağıdaki Çizelge 2.6 da verilmiştir.

Çizelge 2.6. Mühendislik algı ölçeğinin Cronbach alpha değerleri

	Cronbach Alpha	Madde Sayısı
Mühendislik Algı Ölçeği	0.821	14
Mühendislerin Özellikleri	0.706	6
Mühendislik Eğitimi	0.675	4
Mühendislik ve Teknoloji İlişkisi	0.744	4

2.3.1.8. Veri toplama aracına son şeklinin verilmesi

Yapılan analizler sonucunda 14 maddelik ölçeğin kullanılabilirlik yeterliliklere sahip olmasından dolayı ölçeğe son şekli verilmiştir. Bu ölçekte yer alan maddelerden 13 tanesi olumlu maddeleri, sadece 1 maddenin ise olumsuz maddeleri temsil etmektedir. Bu olumsuz madde mühendislik algı ölçeğinde 7. Madde olarak verilmiştir. Aşağıdaki Çizelge 2.7’ de görüldüğü gibi mühendislerin özellikleri alt boyutunda 1, 2, 4, 5, 10, 13 olmak üzere 6 madde yer alırken, mühendislik eğitimi alt boyutunda 3, 7, 9, 11 olmak üzere 4 maddenin yer aldığı ve son alt boyut olan mühendislik ve teknoloji ilişkisi isimli alt boyutta da 6, 8, 12, 14 olmak üzere 4 maddenin yer aldığı görülmektedir.

Çizelge 2.7. Mühendislik algı ölçeğinin son şeklindeki alt boyutları ve bu boyutlarda yer alan maddeler

Alt Boyutlar		Madde Sayısı
Mühendislerin Özellikleri	1, 2, 4, 5, 10, 13	6
Mühendislik Eğitimi	3, 7, 9, 11	4
Mühendislik ve Teknoloji İlişkisi	6, 8, 12, 14	4
Toplam		14 Madde

2.4. Araştırmanın Uygulanması

Araştırma süreci Sınıf Öğretmenliği 2. Sınıf Fen Teknoloji Laboratuvar Uygulamaları dersinde uygulanmıştır. Güz döneminde öğrencilerin STEM etkinlikleri hakkında bilgi sahibi olması, bu sürece hazırlanmalarını sağlamak amacıyla STEM etkinlikleri kılavuzda yer alan yönergeler doğrultusunda Lego yapı setleri ile işlenirken,

araştırmanın yapıldığı bahar döneminde ise STEM eğitimine göre hazırlanan ders planları doğrultusunda STEM etkinlikleri mühendislik tasarım süreci dâhilinde ders işlenmiştir. Öğrenciler her iki dönemde de gözlemlenmiştir. Güz döneminde öğretmen adayları gözlemlenirken derse olan ilgi, istek, tutum ve derse devamsızlık durumlarına özellikle dikkat edilmiştir. Bahar döneminde ise öğretmen adayları STEM Eğitimi yaklaşımına göre hazırlanan etkinliklerde mühendislik tasarım becerilerindeki değişiklikleri belirlemek amacıyla gözlemlenmişlerdir. Öğrencilerin etkinlikleri yapma süreçleri Hynes ve arkadaşlarının 2011 yılında önerdikleri mühendislik tasarım süreci basamakları referans alınarak değerlendirilmiştir. Mühendislik tasarım süreci basamaklarını kullanma düzeylerindeki etkiyi incelemek amacıyla öğretmen adaylarına dönem boyunca STEM Eğitimi dâhilinde hazırlanan tasarım görevlerini yerine getirmeleri istenmiştir. Öğretmen adaylarındaki değişikliği araştırmak amacıyla dönemin başında “köprü tasarım görevi” ile “kule tasarım görevi”, dönemin ortasında “kule vinci tasarım görevi” ile “paraşüt tasarım görevi” ve dönemin sonunda “havanın itme kuvvetiyle çalışan araba tasarım görevi” ile “su buharıyla dönen semazen tasarım görevi” verilmiş olup öğretmen adaylarının bu tasarımlardaki mühendislik becerileri incelenmiştir.

Öğretmen adayları bu süreçte gruplar halinde çalışmış ve grupları kendileri belirlemişlerdir. İncelenen 2 grup, gruplar arasından ölçüt örnekleme yönteminin kriterleri göz önünde bulundurularak seçilmiştir. Bu süreçte öğretmen adaylarının mühendislik ve teknoloji algılarını belirleyebilmek amacıyla dönemin başında ve sonunda mühendislik algı ölçeği ve teknoloji algı ölçeği ön-test ve son-test olarak uygulanmıştır.

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu çalışma kapsamında STEM eğitimi yaklaşımına göre hazırlanan ders planlarının sınıf öğretmeni adaylarının mühendislik tasarım süreci basamaklarını kullanma düzeylerine, mühendislik algılarına ve teknoloji algılarına etkisi araştırılmıştır. Bu bölümde araştırma süreci boyunca toplanan nitel ve nicel verilerin analizleri sonucunda elde edilen bulgu ve tartışma kısımları araştırmanın alt problemleri doğrultusunda sunulmuştur.

3.1. Mühendislik Tasarım Süreci Uygulama Çalışmalarına İlişkin Bulgular ve Tartışma

Fen ve Teknoloji Laboratuvar Uygulamaları dersi kapsamında yapılan etkinlikler STEM Eğitimi yaklaşımına göre tasarlanmıştır. Etkinlikler süresince öğretmen adayları verilen problemlere çözümler bulabilmek için fen, matematik gibi bilimsel bilgilerinin yanında teknoloji ve mühendislik tasarım süreçlerini de içine alacak şekilde çalışmalarını yürütmüşlerdir. Dönem boyunca öğretmen adaylarından bu çalışmaları yürütürken STEM Eğitimi kapsamında bazı mühendislik tasarımları yapmaları istenmiştir. Bu tasarım görevlerinde öğretmen adayları bir mühendis gibi düşünülmüş ve çalışma süreçleri ona göre tasarlanmıştır. Mühendislerden nasıl bazı sınırlılıklar ve başarı kriterleri dâhilinde nihai ürünü yapmaları isteniyorsa bu çalışmada da öğretmen adaylarından bazı sınırlılıklar ve başarı kriterleri dâhilinde nihai ürünü yapmaları istenmiştir. Çalışmalar sonucundaki nihai ürüne dair sınırlılıkların ve başarı kriterlerinin yer aldığı tasarım görevleri öğretmen adaylarına yazılı olarak verilmiştir. Bu bilgilerin yer aldığı yazılı kaynak öğretmen adaylarına sunulurken herkes tarafından aynı şekilde anlaşılması için bu yazılı kaynak *Tasarım Görevi* (Ek-1) olarak isimlendirilmiştir.

Bu alt problem durumuna çözüm bulabilmek için öğretmen adaylarının araştırma süreci boyunca mühendislik tasarım sürecini kullanma becerilerindeki değişiklikler tasarım görevi boyunca sergiledikleri performanslara göre değerlendirilmiştir. Bu bağlamda çalışma grubunda yer alan öğrencilerden elde edilen doküman analizleri, yapılan gözlemlere yönelik olarak alınan alan notları ve süreç boyunca alınan ses kayıtlarının transkriptleri çıkarılarak elde edilen bulgular yorumlanmıştır.

Çalışma grubunda yer alan öğretmen adaylarının etkinlikleri boyunca değerlendirildikleri mühendislik tasarım süreci basamakları aşağıdaki gibidir;

1. Problemin Tanımlanması
2. Probleme Yönelik İhtiyaçların Belirlenmesi
3. Olası çözümlerin Geliştirilmesi
4. En İyi Çözümün Seçilmesi
5. Prototipin Yapılması
6. Çözümü Test Etme ve Değerlendirme
7. Çözümün Sunulması
8. Yeniden Tasarlama/ Revize Etme
9. Kararın Tamamlanması (Hynes vd., 2011)

Öğretmen adaylarına mühendislik tasarım süreci ile ilgili genel olarak bilgi verildikten sonra STEM eğitimi yaklaşımına göre hazırlanan ders planlarındaki etkinlikler öğrencilere verilmiştir. Öğretmen adaylarının mühendislik tasarım süreciyle ilgili fazla tecrübe sahibi olmadıkları düşünülerek ilk iki etkinlikte kullanılan malzemeler araştırmacı tarafından sağlanmıştır. İlk iki hafta öğrencilerin çok fazla sıkıntı yaşamamaları ve sürece alışmaları amacıyla öğrencilere daha çok bilgi sahibi oldukları tasarım görevleri verilmiştir. 27 kişilik grup öncelikli olarak iki gruba ayrılmış ve ders saatleri ona göre ayarlanmıştır. Daha sonra ayrılan gruplar kendi içerisinde tekrar gruplara ayrılarak öğretmen adayları dönem boyunca gruplar halinde çalışmışlardır. Öğretmen adayları içerisinde çalışmaya en fazla katkı sağlayacağı düşünülen ve çalışmaya gönüllü katılan iki grup daha detaylı olarak takip edilmiştir. Bu gruplar bundan sonra A Grubu ve B Grubu olarak isimlendirileceklerdir. Bu gruplarda yer alan öğretmen adaylarının isimleri A, B, C,.....K, L gibi harfler kullanılarak rumuzlar verilmiştir. Öğretmen adaylarının mühendislik tasarım süreci becerilerindeki değişimler dönemin başında, ortasında ve sonunda olmak üzere detaylı bir şekilde incelenmiş ve ayrı ayrı ele alınmıştır.

3.1.1. Dönem başı: A grubunda yer alan öğretmen adaylarının mühendislik tasarım süreci becerilerindeki değişimler ile ilgili elde edilen bulgular

A grubunda yer alan öğretmen adayları birinci grupta yer alan gruplar arasından seçilmiştir. Dönemin başında öğretmen adaylarından “Köprü tasarım görevi ” ile “Kule Tasarım görevi” verilmiştir. Daha sonra öğretmen adaylarına tasarım görevinin ve

mühendislik tasarım süreci basamakları ile ilgili bilgilerin istendiği tablo (Ek-1) verilmiş ve bu tablo hakkında bilgilendirme yapılmıştır. Bunun ardından öğretmen adaylarının tasarım görevlerinde kullanmaları amacıyla çeşitli malzemeler verilmiştir. Öğretmen adaylarından sadece verilen malzemeleri kullanarak, dayanıklılık, estetiklik gibi başarı kriterlerini içeren köprü ve kule yapıları istenmiştir. Öğretmen adayları öncelikle tasarım görevini ve araştırmacı tarafından verilen malzemeleri gördüklerinde tedirginlik yaşamışlardır. Verilen malzemelerin pipet, kulak çubuğu, bant, yapıştırıcı, A4 kağıdı gibi dayanıklılığı fazla olmayan malzemeler olması ve öğretmen adaylarından dayanıklı, estetik gibi başarı kriterlerini sağlayan bir prototip istenmesi onların telaşa kapılmalarına, hiçbir şey yapamayacaklarını düşünmelerine neden olmuştur. Çünkü onlara göre sağlam, dayanıklı bir kule veya köprü yapmak için daha sert, kullanışlı malzemeler gerekmektedir. Bu tedirginlikleri onların hem kendi aralarındaki konuşmalarına hem de ders esnasında öğretim üyesi ve araştırmacıyla aralarındaki geçen diyaloglara yansımıştır.

C: “Bu malzemelerle nasıl yapacağız? Daha sert ve fazla malzemeye ihtiyacımız var. Gerçekten işimiz çok zor olacak.”

A: “Hocam bizden sağlam, dayanıklı yapılar yapmamızı istiyorsunuz ama verdiğiniz malzemeler pipet, kulak çubuğu, kâğıt... bunlardan yapamayız ki...”

E: “Malzemeleri kullanırken de çok dikkatli davranmalıyız. Çünkü malzemeler sınırlı sayıda...”

Daha sonra dersin sorumlusu STEM Eğitimi alanında uzman olan öğretim üyesinin ve araştırmacının rehberliği sayesinde yapabilecekleri kanaatine varmışlardır. Bunun sonucunda grup içerisinde fikirlerini belirterek tasarım görevine başlamışlardır. İlk olarak öğretmen adayları mühendislik tasarım sürecinin de ilk basamağını oluşturan problemin tanımlanması aşamasıyla sürece başlamışlardır. Bu aşamada öğretmen adaylarından probleme yönelik başarı kriterlerini ve sınırlılıkları belirlemeleri beklenmektedir (Hynes vd., 2011; Brunsell, 2012; NRC, 2012; Bozkurt, 2014). Öğretmen adayları iki haftada da genel olarak verilen başarı kriterlerinin ve sınırlılıkların hepsini belirleyemedikleri hatta başarı kriterleri ile bazı sınırlılıkları birbirine karıştırdıkları gözlemlenmiştir. Tasarım için gerekli olan malzemelerin sınırlı sayıda verilmesi bir sınırlılık olmasına rağmen başarı kriteri altında ele aldıkları ve buna benzer hatalar yaptıkları doküman analizleri, ses kayıtlarının incelenmesi ve gözlemler sonucunda fark edilmiştir. Mühendislik tasarım sürecinin ikinci basamağı olan probleme yönelik ihtiyaçların belirlenmesi aşamasında ise öğretmen adaylarından

tasarım görevlerine yönelik olarak bildikleri ve çözüm için ihtiyaç duydukları bilimsel bilgileri düşünmeleri bunlara dair kendi aralarında tartışmalar yapmaları, bu konu ile ilgili fikirler öne sürmeleri, bu fikirleri değerlendirmeleri, olası çözümler için araştırmalar yapmaları beklenmektedir (Wendell vd., 2010; Hynes vd., 2011; Bozkurt, 2014). Öğretmen adayları bu beklentilerden birçoğunu yerine getirememişlerdir. Çünkü verilen tasarım görevlerine dair gerekli olan bilimsel bilgiyi nasıl kullanacaklarına dair bu konu çerçevesinde fikir beyan etmedikleri, bu konu ile ilgili araştırmalar yapmadıkları dolayısıyla tartışma ortamı oluşturamadıkları gözlemlenmiştir. Mühendislik tasarım sürecinin üçüncü basamağını oluşturan olası çözümlerin geliştirilmesi aşamasında ise öğretmen adaylarından problem durumuna yönelik olarak verilen başarı kriterleri ve sınırlılıkları doğrultusunda beyin fırtınası yaparak, tartışarak, araştırarak olabildiğince fazla çözüm önerisi getirmeleri ve yazarak, çizerek notlar almaları beklenmektedir (Katehi vd., 2009; Hynes vd., 2011; Brunsell, 2012). Fakat öğretmen adayları bu aşamada da yukarıdaki aşamalara benzer şekilde fazla düşünmeden, tartışma gereği duymadan hemen grup arkadaşlarından birisinin ortaya attığı Fatih Sultan Mehmet Köprüsü ve avcı kulesi üzerinde ittifak etmişlerdir. Verilen tasarım görevine yönelik olarak olası çözüm önerileri geliştirmek için uğraş vermedikleri, çizimler yapmadıkları ve notlar almadıkları gözlemlenmiştir. Bu durumun nedeni olarak öğretmen adaylarının henüz sürece aşına olmamaları, köprü ve kuleye dair kafalarında bir şemanın olması (Fatih Sultan Mehmet Köprüsü ve avcı kulesi) ve bunun aynısını yapmaya odaklanmaları düşünülebilir. Mühendislik tasarım sürecinin dördüncü basamağı olan en iyi çözümün seçilmesi aşamasında ise öğretmen adaylarından geliştirmiş oldukları olası çözüm önerileri arasından başarı kriterlerini ve sınırlılıkları en iyi şekilde karşılayan çözüm önerisini seçmeleri beklenmektedir (NAE ve NRC, 2009; Hynes vd., 2011; Bozkurt, 2014). Bu araştırmada ise öğretmen adayları köprü ve kule tasarım görevlerine dair birer tane çözüm önerisi getirmişler ve bu çözümlerin en iyi çözüm olacağı kanaatine vararak bu doğrultuda süreci yürütmüşlerdir.

B: "Bence Fatih Sultan Mehmet Köprüsünü yapabiliriz. Zaten bildiğimiz için yapım aşamasında da zorlanmayız."

D: "Geçen dönem yaptığımız avcı kulesini referans alalım. Sonuçta hepimiz onu hatırlıyoruz, görev dağılımı yapalım süre içerisinde de bitirebiliriz."

Mühendislik tasarım sürecinin beşinci basamağı olan prototipin yapılması aşamasında ise öğretmen adaylarından probleme yönelik olarak seçmiş oldukları çözüm önerisine dair teorideki bilgilerinin uygulamaya geçirilmesi için bir prototip yapmaları

beklenmektedir (Hynes vd., 2011; Mangold ve Robinson, 2013). Öğretmen adaylarının önceki aşamalara nazaran bu aşamada daha etkin çalıştıkları görülmüştür. Öğretmen adayları prototiplerini yaparken teoride öğrendikleri bilimsel bilgileri prototiplerine yansıtmaya çalıştıkları gözlemlenmiştir. Örneğin; fen bilimleri, matematik gibi alanlardaki bilimsel bilgilerini prototiplerine yansıtmaya çalıştıkları aralarında geçen diyaloglara yansımıştır.

A: *“Dayanıklılık bakımından değerlendirileceğimiz için direkleri sağlam yapmamız lazım. Yük bindiği zaman çökmemesi gerekiyor. Bunun içinde alttan destekler vermemiz gerekiyor.”*

D: *“O zaman pipetlerin içerisine kulak çubuğu koyalım, pipetlerin dayanıklılığını artırır...”*

C: *“Bence de alttan destek vermezsek yıkılır. Dengede kalması içinde tam eşit ayarlamalıyız. Yoksa dengesiz olur. Hem görünüş açısından hem de dayanıklılık açısından eksik kalır.”*

E: *“Denge problemi yaşamamamız için kullandığımız ayakların hepsi aynı boyutta olmalı, kâğıtları silindir şeklinde sararken dikkatli olun...”*

B: *“Ben ağırlığı düşünüyorum. Ağırlık alt kısımları etkileyecek, üst kısımlar o kadar önemli değil. O yüzden elimizdeki malzemeleri ona göre ayarlamalıyız diye düşünüyorum.”*

Belirleyebildikleri sınırlılık ve başarı kriterlerine prototipin yapım aşamasında dikkat ettikleri görülmüştür. Örneğin; Sürenin sınırlılık olduğunu belirleyebildikleri için bu süre içerisinde bitirmeye çalışmışlardır *“arkadaşlar süre sınırlaması var ona göre biraz daha acele etmeliyiz”*. Dayanıklılık başarı kriterini yerine getirebilmek için de köprünün ayak kısmında kullandıkları pipetlerin içerisine kulak çubuklarını yerleştirerek dayanıklılığını arttırmaya çalışmışlardır. Öğretmen adaylarına bunun nedeni sorulduğunda;

B: *“İnsan vücudunu dengede tutan iskelet sistemidir. İskelet sağlamıyorsa vücudumuzda o derece dengede kalır. Bizde buradan yola çıkarak köprümüzün iskelet kısmını elimizden geldiğince sağlam yapmaya çalıştık. Bunun için pipetlerin içerisine kulak çubuğunu yerleştirirsek dayanıklılığını, sağlamlılığını arttırmış oluruz diye düşündük.”*

Bu aşamada öğretmen adaylarının konu ile ilgili fen ve matematik bilgilerini kullanmaya çalıştıkları fakat prototiplerine tam olarak yansıtamadıkları görülmüştür. Çünkü tasarım görevi için öğretmen adaylarına verilen araç-gereçleri etkili şekilde kullanmadıkları bazı tasarım aşamalarında ölçüm yapmadan göz kararıyla prototiplerini yaptıkları gözlemlenmiştir. Bunun neticesi olarak öğretmen adaylarının prototiplerinde denge, estetiklik gibi konularda aksaklıklar yaşamalarına neden olmuştur. Bu aksaklıkların nedenlerinden bazılarını öğretmen adayları şu şekilde ifade etmişlerdir;

A: “Biz burada fen bilgisi konularından denge konusunu ve matematikten uzunluk ölçülerini düşünerek yaptık ama bazı şeyleri de göz kararı yaptık bu yüzden olabilir.”

E: “Arkadaşlar köprümüz şu an hiç göze hitap etmiyor. O yüzden estetikliğini biraz daha düşünmeliyiz.”

Mühendislik tasarım sürecinin altıncı basamağı olan çözümü test etme ve değerlendirme aşamasında ise öğretmen adaylarından öncelikli olarak yapmış oldukları prototipi verilen başarı kriterleri ve sınırlılıklar dâhilinde test etmeleri ve prototiplerini değerlendirmeleri beklenmektedir (Hynes vd., 2011; NRC, 2012). Öğretmen adayları bu aşamada yapmış oldukları prototipleri dersten sorumlu öğretim üyesi ve araştırmacının gözetiminde test etmişler daha sonra hem kendi çalışma yöntemlerini ve hem de yaptıkları prototiplerini değerlendirmişlerdir. Öğretmen adayları prototiplerini değerlendirirken köprü tasarımında estetiklik ve dayanıklılık üzerinde, kule tasarımında ise daha çok estetiklik üzerine yoğunlaştıkları görülmüştür. Bu aşama ile ilgili olarak öğretmen adaylarının prototiplerini değerlendirirken sadece olumlu yönlerine odaklanmadıkları aynı zamanda özeleştiri yaparak olumsuz yönlerini de ele aldıkları görülmüştür.

D: “Köprünün yol kısmında estetik görünmesi için kulak çubuklarını kullandık. İskelet kısmında da köprünün sağa sola kaymaması ve bükülmemesi amacıyla pipetleri iç içe geçirdik ve alt kısmını da üçgenlerle destekleyerek dayanıklılığını arttırmaya çalıştık.”

A: “Prototipimize baktığımızda matematikten dik açığı, geniş açığı, üçgenleri görebiliriz. Yol kısmında paraleller kullandık. Geometrik şekilleri kullanırken fen bilgisi bilgilerimizle birleştirmeye çalıştık.”

D: “Hocam bizim prototipimizde estetiklik var, dayanıklılık var. Bundan dolayı vaktinde yetiştiremedik.”

C: “Köprümüze baktığımızda renk uyumu var. Aralardaki mesafeleri de elimizdeki malzemelere göre ayarladık. Bu kısımda matematik bilgilerimizden yararlandık. Çünkü bunları hesaplamasaydık malzeme sıkıntısı yaşayabilirdik.”

E: “Ölçümlerde daha dikkatli davranabilirdik, bandı daha az kullanarak estetik açıdan daha güzel yapabilirdik. Süreyi daha verimli kullanabilirdik yani kısacası daha planlı-programlı çalışabilirdik.”

Mühendislik tasarım sürecinin yedinci basamağı olan çözümün sunulması aşamasında ise yapmış oldukları prototiplerini sınırlılıklara ve başarı kriterlerine ne derece uyum gösterdiğini sınıf arkadaşlarına, ortamda bulunan kişilere sunmaları ve bu kişilerden geri dönütler alarak onları değerlendirmeleri beklenmektedir (Hynes vd., 2011; Brunsell, 2012). Bu aşamada öğretmen adayları bu doğrultuda her iki prototipi de ders aşamasında sözlü olarak tüm sınıf arkadaşlarına, öğretim üyesine ve araştırmacıya

sunmuşlar, gerekli geri dönütleri not almışlardır. Bu değerlendirmelerden sonra mühendislik tasarım sürecinin sekizinci basamağı olan yeniden tasarlama/revize etme aşamasına geçilmiştir. Bu aşamada ise öğretmen adaylarından bu süreçte yapmış oldukları değerlendirmeleri ve geri dönütleri dikkate alarak prototiplerinde değişiklikler yaparak istenen nihai ürünü oluşturmaları beklenmektedir (Hynes vd., 2011; Bozkurt, 2014). Bu süreçte öğretmen adayları köprü tasarımında belirli bir değişikliğe gitmezken, kule tasarımında bazı başarı kriterlerini karşılamadığını belirterek prototiplerini revize etmişlerdir. Revize çalışmalarında köprü prototipine ekleyecekleri bir şeyin olmadığını belirtmişlerdir. *“Hocam değişiklik yapmamıza gerek yok çünkü dayanıklı ve estetik oldu zaten.”* Kule prototipinde ise sunum sonunda kulenin dengede durmadığı bunun bir eksiklik olduğu yönündeki eleştirileri göz önünde bulundurarak 3 ayaktan oluşan avcı kulelerinin ayak sayısını 4’e çıkarttıkları görülmüştür. Öğretmen adayları bu değişiklikle ilgili olarak görüşlerini şu şekilde ifade etmişlerdir.

A: “Geçen dönem yaptığımız avcı kulesi 3 ayaklıydı. Bizde onu referans aldığımız için 3 ayaklı yapmıştık. Ama şimdi baktığımızda bizim avcı kulemiz denge problemi yaşıyor. Bu problemi ortadan kaldırmak amacıyla bir ayak daha eklemeye karar verdik.”

Bu problemin ortaya çıkmasının nedeni sorulduğunda ise öğretmen adaylarından birisi şu şekilde açıklamıştır.

D: “Hocam geçen dönem malzemelerin hepsinin oranı birbiri ile aynıydı. Fakat bu dönem biz kulemizi yaparken A4 kâğıtlarından yararlandık. Galiba kâğıtların boyutlarını tam ayarlayamadık. Aslında bize cetvel verilmişti kullanmış olsaydık bu problemi yaşamazdık diye düşünüyorum.”

Son olarak mühendislik tasarım sürecinin son basamağı olan kararın tamamlanması aşamasında ise öğretmen adaylarından oluşturdukları prototipleri istenen nihai ürünle kıyaslamaları ve nihai ürünün özelliklerini karşılaması durumunda sürecin tamamlanmasına karar vermeleri beklenmektedir (Hynes vd., 2011; Bozkurt, 2014). Öğretmen adayları da bu doğrultuda yaptıkları prototiplerinin istenen nihai ürünün başarı kriterlerini karşıladığı düşüncesini öne sürerek süreci bitirmişlerdir.

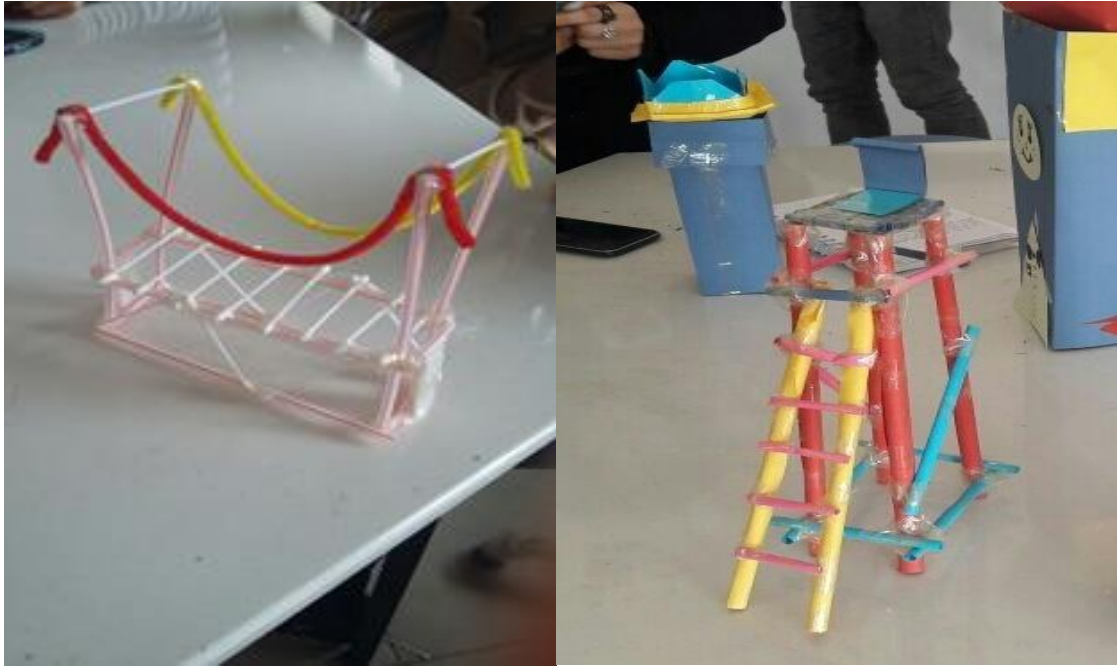
Dönemin başında yapılan bu etkinliklerde öğretmen adaylarında gözlemlenen en önemli eksiklikler arasında probleme dair başarı kriterlerinin ve sınırlılıklarının hepsini belirlemede sorun yaşamaları, sınırlılıkları ve başarı kriterlerini birbirine karıştırmaları, çoklu çözüm önerileri getirememeleri ve çoklu çözüm önerisini getiremedikleri içinde en iyi çözümün seçilmesi aşamasını atlamaları olmuştur. Bu yüzden mühendislik

tasarım sürecinin ilk dört aşamasında istenen başarıyı gösterememişlerdir. Buna rağmen en iyi çözümün seçilmesi aşamasından sonraki aşamalarda daha etkili çalıştıkları gözlemlenmiştir. Bu aşamalarda ellerinden geleni yapmaya çalıştıkları, yapalım bitsin düşüncesi içerisinde olmadıkları çalışma sürecine yansımıştır.

B: “Biz zaman konusunda sıkıntı yaşadık. Çünkü basit tasarımlar seçmedik. Çok küçük parçalarla çalıştık o yüzden verilen süre içerisinde bitiremedik.”

D: “Prototipimizin estetikliği, dayanıklılığı konusunda çok düşündük, zamanında bitiremedik.”

Yaptıkları prototiplerde günlük hayatla ilişkilendirme yaptıkları, öğrendikleri bilgileri yeni durumlara aktarabildikleri gözlemlenmiştir. Öğretmen adaylarının süreç içerisindeki diyalogları düşünüldüğünde ve yaptıkları prototiplere bakıldığında her iki haftada da estetiklik başarı kriterine diğer başarı kriterlerinden daha çok önem verildiği ve diğer başarı kriterlerini gölgelediği görülmektedir. Öğretmen adaylarının prototipin yapılması ve sonrasındaki süreçte fikirlerini sürekli birbirlerine beyan ederek bu fikirleri eleştirerek, dönütler vererek, fikirlerini revize ederek, eklemeler yaparak işbirliği içerisinde çalışmalarını tamamladıkları gözlemlenmiştir. A grubunda yer alan öğretmen adaylarının dönemin başında yapmış oldukları nihai prototipleri Şekil 3.1. de verilmiştir.



Şekil 3.1. Dönemin başında A grubunun nihai prototipleri

3.1.2. Dönem başı: B grubunda yer alan öğretmen adaylarının mühendislik tasarım süreci becerilerindeki değişimler ile ilgili elde edilen bulgular

B grubunda yer alan öğretmen adayları ikinci grupta yer alan gruplar arasından seçilmiştir. Bu grupta da aynı A grubundaki gibi ders işlenmiş ve aynı etkinlikler uygulanmıştır. Dönemin başında B grubunda yer alan öğretmen adaylarından da “Köprü tasarım görevi ” ile “Kule Tasarım görevi” verilmiştir. Daha sonra öğretmen adaylarına tasarım görevinin ve mühendislik tasarım süreci basamakları ile ilgili bilgilerin istendiği tablo (Ek-1) verilmiş ve bu tablo hakkında bilgilendirme yapılmıştır. Bunun ardından öğretmen adaylarının tasarım görevlerinde kullanmaları amacıyla çeşitli malzemeler verilmiştir. Öğretmen adaylarından sadece verilen malzemeleri kullanarak, dayanıklılık, estetiklik gibi başarı kriterlerini içeren köprü ve kule yapımları istenmiştir. İlk iki hafta B grubunda yer alan öğretmen adayları da tasarım görevlerini ve malzemeleri gördükten sonra zamanın ve malzemelerin yetersizliğinden şikâyet etmişlerdir.

K: “Hocam verdiğiniz malzemeler çok sınırlı ve zaman yetersiz biz bu malzemelerle ve bu kadar kısa bir sürede istediğiniz tasarım görevini yapmamız imkânsız gibi bir şey...”

H: “Bana göre şu an problem durumumuz köprüye başlayamamak en önemli sorunumuzda bu malzemelerden köprü oluşturduğumuz zaman ayakta durmasını nasıl sağlayacağızımızdır.”

G: “Bizden kule tasarlamamız isteniyor ben kulemi çubuklar kullanarak tasarlamak isterim ama çubuk yok...”

H: “Biz şimdi ne yapacağız nasıl bir köprü yapacağız. Ben hiçbir şey anlamadım sinir oldum şu an...”

Dersin sorumlusu öğretim üyesi ve araştırmacı tarafından istenen tasarım görevlerinin yapılabilineceğine dair öğretmen adaylarına destek verilmiş, gerekli açıklamalar yapılmıştır. Mühendislik tasarım sürecinin ilk basamağını oluşturan problemin tanımlanması aşamasında öğretmen adaylarının başarı kriterlerini ve sınırlılıkları belirlemede sorun yaşadıkları gözlemlenmiştir. Örneğin; kulak çubuğu, pipet, yapıştırıcı vb. malzemeler sınırlılık olarak belirli sayılarda verilmiş fakat bunu öğretmen adayları fark edemedikleri için sürekli bu durumdan şikâyet etmişlerdir.

I: “Bu malzemelerden dayanıklı köprü yapmamızı istiyorsunuz. Bunlardan nasıl yapacağız hocam madem verdiğiniz malzeme sayısını arttırın. Bu malzemeler çok az yetmez ki...”

L: “Hocam bizden kule yapmamızı istiyorsunuz ama yeterli malzememiz yok. Mesela; ben kulemi yaparken daha farklı malzemeler kullanmak isterim ama burada yok.”

Mühendislik tasarım sürecinin ikinci basamağını oluşturan, probleme yönelik ihtiyaçların belirlenmesi aşamasında ise öğretmen adaylarından tasarım görevlerine yönelik olarak bildikleri ve çözüm için ihtiyaç duydukları bilimsel bilgileri düşünmeleri bunlara dair kendi aralarında tartışmalar yapmaları, bu konu ile ilgili fikirler öne sürmeleri, bu fikirleri değerlendirmeleri, olası çözümler için araştırmalar yapmaları beklenirken öğretmen adaylarının bu süreci etkili bir şekilde yönetemedikleri görülmüştür. Mühendislik tasarım sürecinin üçüncü basamağı olan olası çözümlerin geliştirilmesi aşamasında ise öğretmen adaylarından ihtiyaçlara yönelik olarak sınırlılıklar ve başarı kriterleri dâhilinde beyin fırtınası yapmaları, araştırma yapmaları ve tartışmaları neticesinde olabildiğince fazla üretken çözümler geliştirmeleri beklenmektedir. Bu aşamada öğretmen adayları olası çözüm önerileri getirememişlerdir. Çünkü hem problemin tanımlanması aşamasında hem de probleme yönelik ihtiyaçların belirlenmesi aşamasında öğretmen adayları göstermeleri gereken ehemmiyeti göstermemeleri bu aşamanın da seyrini değiştirmiştir. Öğretmen adaylarının sınırlılıkları ve başarı kriterlerini düşünmeden, gerekli olan araştırmaları yapmadan, fikirlerini birbirleriyle paylaşmadan, bu fikirleri değerlendirmeden kararlar almaya çalıştıkları görülmüştür. “*Bence en basit olan kuleyi yapalım*”, “*Bence de en güzelini yapalım*” diye aralarındaki konuşmalarına yansımıştır. Mühendislik tasarım sürecinin dördüncü basamağını oluşturan en iyi çözümün seçilmesi aşamasında ise öğretmen adaylarından belirledikleri çözüm önerilerinden başarı kriterlerini ve sınırlılıkları düşünerek analizler yapmaları ve bu analizler sonucunda istenen nihai ürünün özelliklerini karşılayacağını düşündükleri çözüm önerisini seçmeleri beklenirken öğretmen adayları bundan önceki aşamalarda da olduğu gibi bu aşamada da başarı gösterememişlerdir. Çünkü öğretmen adayları daha önceki aşamalarda istenen başarı kriterlerini, sınırlılıkları belirleyememişler, olası çözüm önerileri getirememişler sadece basit ve güzel olması gerektiğini belirtmişler ve çalışmalarını bu doğrultuda yürütmüşlerdir. Kısacası prototipin basit ve güzel olması gibi yeni başarı kriterleri benimsedikleri anlaşılmaktadır. Bunun sonucu olarak da bu aşama öğretmen adayları açısından başarısızlıkla sonuçlanmıştır. Mühendislik tasarım sürecinin beşinci basamağını oluşturan prototipin yapım aşamasında ise öğretmen adaylarından başarı kriterleri ve sınırlılıklar dâhilinde bir prototip oluşturmaları beklenmektedir. Öğretmen adayları her iki haftada da prototiplerinin yapım aşamalarında sorunlar yaşamışlardır. Çünkü öğretmen adayları neyi, nasıl yapacaklarını daha önceden araştırmadıkları ve

kararlaştırmadıkları için yapım aşamasında kararlar vermeye çalışmışlar bu durumda onların bu aşamada zorlanmalarına neden olmuştur. Kule tasarımında retmen adaylarına bu prototipi yaparken kafanızda herhangi bir fikir var mıydı? sorusu ynelti miş ve retmen adaylarından “Aslında hocam herhangi bir fikir yoktu biraz doğaçlama oldu. Çünkü zamanımız sınırlıydı yetiştirmeyiz diye fazla araştırma yapmadık.” şeklinde cevap alınmıştır. Bu sürece bütün olarak bakamadıkları ve daha çok deneme-yanılma yöntemiyle çalıştıkları hem gözlemlenmiş hem de aralarındaki diyaloglara yansımıştır.

İ: “Bir sürü kule şekli var ama biz hangisini yapacağımızı bilemedik. nce izim yapsaydık olabilirdi ama biz direk yapıyoruz. O yüzden sorun yaşıyoruz.”

H: “Saat kulesi falan yapabiliydik ama malzemeleri kullandık. Hiç hayal gücümüz yok düz bilinen bir şeyler yaptık.”

K: “Kprmz yaparken ilk önce ayakta tutacak malzemelere karar verelim. Yolu sonra düşünürüz.”

I: “Hangi malzeme daha sağlam olur ona bakmamız lazım. Acaba pipetlerle mi köprü direklerini yapmalıyız? Yoksa kulak çubuklarıyla mı? Ona dikkat etmeliyiz.”

G: “Köprünün tabanlarını yaparken kulak çubuklarını çapraz kullanalım. Bir deneyelim olmazsa bozarız. En azından bir şeyler yapmış oluruz.”

Mühendislik tasarım sürecinin altıncı basamağını oluşturan çözümü test etme ve değerlendirme aşamasında ise retmen adaylarından yapmış oldukları prototipleri verilen sınırlılıklar ve başarı kriterleri dâhilinde test etmeleri ve değerlendirmeleri beklenmektedir. Problemin tanımlanması aşamasında sınırlılıkları ve kriterleri belirlemede sorun yaşadıkları için test etme aşamasında üretim yesi ve araştırmacı, sınırlılıkları ve başarı kriterleri konusunda destek vermişler ve bunun sonucunda da retmen adayları kendilerinden beklenen görevleri yerine getirebilmişlerdir. Daha sonra kendilerini ve yapmış oldukları prototipleri değerlendirmişlerdir. Bu değerlendirmelerde retmen adaylarının her iki hususta da objektif değerlendirmeler yaptıkları görülmüştür. Dikkat çeken başka bir nokta ise retmen adaylarının ikinci etkinliğin sonunda iki haftanın değerlendirmesini yapmaları olmuştur.

İ: “Süre olarak çok sıkıntı yaşadık. Çünkü ne yapacağımızı bilemedik ve bu durumda çok fazla zaman kaybı yaşamamıza neden oldu.”

I: “Malzemeleri birbirlerine yakın yerleştirdik. Bu kprmzn küçük olmasına neden oldu ama dayanıklılığını arttırdık. Çünkü yükseklik ve köprünün uzunluğu ne kadar artarsa yıkılma ve ağırlığı kaldırmama ihtimali daha yüksek olur diye düşündük.”

H: “Köprümizde geometrik şekillerden faydalandık. Birden fazla geometrik şekil kullandık ama köprümizde daha çok üçgen kullandık. Çünkü birinci dönem üçgenlerle ilgili STEM yapı setleriyle prototip yapmıştık oradan hatırladık.”

G: “Hocam süre aslında bahane değildi. Biz elimizdeki malzemeleri kullanamadık. Kulemiz çok kötü oldu. Cetvel kullanmamız gerekiyordu ama ölçüm almadan yaptık. Baktığımızda renk uyumu da yok...”

K: “Estetiklik açısından ciddi manada eksikliğimiz var. Önce estetik olması gerekiyor diye düşündük ama faaliyete geçiremedik. Estetik kısmını son aşamaya bırakınca da böyle oldu.”

İ: “Hiçbir estetikliği kalmadı çünkü dayanıklılığını arttırmak için çok fazla bant kullandık.”

G: “Hocam köprü prototipine göre daha fazla zorlandık. Çünkü köprü hakkında bilgimiz vardı. Kule deyince aklımıza sağlam malzemeler geliyor. Sizin verdiğiniz malzemelerle bağdaştıramadık. Ne yapacağımızı bilemedik.”

L: “Eksikliklerimizi kabul ediyoruz. Bu hafta istediğimiz gibi çalışamadık ama gelecek hafta daha planlı çalışacağız.”

İ: “Hocam bizim yaptığımız prototiplere baktığımızda dayanıklılık ön planda olduğu görülmektedir. Çünkü genel olarak biz bunun üzerine tartıştık, neler yapabiliriz diye düşündük. Aslında yaparken verilen başarı kriterleri ve sınırlılıklardan çok biz bu yapacağımız prototipte feni ve matematiği düşündük. Mesela; köprüünün yapım aşamasında alt kısımlarda dayanıklılığı arttırmak amacıyla üçgen kullandık, kuledeki silindirelerin çapını farklı kullandık ki yüzey alanının katı basıncına olan etkisini göstermek istedik. Bu şekilde biz daha çok bunlar üzerine odaklanınca modellerimizde estetik yönden eksik kaldı. Hepimizde bunun farkındayız ama bu bize ders oldu.”

Daha sonra mühendislik tasarım sürecinin yedinci basamağı olan çözümün sunulması aşamasında ise öğretmen adaylarından yapmış oldukları prototipe dair verileri ortamda bulunan kişilere sunmaları ve diğer kişilerden dönütleri almaları beklenmektedir. Öğretmen adayları yapmış oldukları prototipleri ders aşamasında sınıf arkadaşlarına, dersten sorumlu olan öğretim üyesine ve araştırmacıya sunmuşlardır. Dersten sorumlu öğretim üyesi, araştırmacı ve diğer gruplarda yer alan öğretmen adayları her iki haftada da prototipler hakkındaki fikirlerini beyan etmişlerdir. Bunların ardından mühendislik tasarım sürecinin sekizinci basamağını oluşturan yeniden tasarlama/revize etme aşamasına geçilmiştir. Bu aşamada ise öğretmen adaylarından değerlendirmeler, geri dönütler, sınırlılıklar ve başarı kriterleri doğrultusunda revizyon çalışmaları yapmaları beklenmektedir. A grubunda olduğu gibi B grubundaki öğretmen adayları da maalesef bu aşamada da eksik kalmışlardır. Öğretmen adayları prototiplerini hem kendileri değerlendirirken hem de almış oldukları dönütler sonucunda eksiklikleri görmelerine karşın ellerindeki malzemelerin tamamını kullandıkları için revizyona gidemedikleri görülmüştür. Mühendislik tasarım sürecinin son basamağını oluşturan

kararın tamamlanması aşamasında ise öğretmen adaylarından yapmış oldukları prototiplerin istenen nihai ürünü en iyi şekilde yansıttığı konusunda karar vermeleri gerekmektedir. Öğretmen adayları her iki prototipte de ilk aşamalarda yapmış oldukları hatalardan dolayı malzeme sıkıntısı yaşadıkları için süreci nihai ürünün özelliklerini yansıtmadığını bildikleri halde tamamlama kararı almak zorunda kalmışlardır. Öğretmen adaylarının *“hocam kuleyi revize etmek isterdik ama kullanacak malzememiz yok. Bozsak yeniden yapsak bu kez de malzemeler yıprandığı için yine olmaz. O yüzden yapmış olduğumuz kulemiz ne kadar istediğimiz gibi olmasa da bu şekilde sonlandırıyoruz.”*

Öğretmen adayları her iki haftada da genel olarak mühendislik tasarım süreci basamaklarını tam olarak kullanamadıkları görülmüştür. Öncelikli olarak problem durumuna dair verilen başarı kriterlerini ve sınırlılıkları belirleyememeleri doğrudan diğer aşamalarda da sorun yaşamalarına neden olmuştur. Örneğin; bu başarı kriterleri ve sınırlılıkları düşünerek çözümler üretmeleri gerekirken öğretmen adayları bunları göz ardı ettikleri için istenen nihai ürüne yönelik olarak yeterli çözüm önerileri getirememişlerdir. Bu yüzden başta yaşanan aksaklıklar tasarım sürecinin tamamını etkilemiş, yapmış oldukları prototiplere yansımış ve birçok aşamayı (ihtiyaçların belirlenmesi, olası çözüm önerilerinin geliştirilmesi, en iyi çözümün seçilmesi ve revize etme) beklenen düzeyde yerine getirememelerine neden olmuştur. Bunlara rağmen öğretmen adayları problemin tanımlanması, ihtiyaçların belirlenmesi ve olası çözüm önerilerinin getirilmesi aşamasında fazla bilgi alış-verişinde bulunmazken diğer aşamaların genelinde birlikte hareket ettikleri fikir alış-verişinde buldukları gözlemlenmiştir. Bir başka dikkat çeken nokta ise öğretmen adaylarının çözümü test etme ve değerlendirme aşamasındaki tutumları olmuştur. İki haftalık süreçte öğretmen adaylarının en başarılı oldukları aşama çözümü test etme ve değerlendirme aşaması olduğu söylenebilir. Çünkü öğretmen adayları bu aşamada fen, matematik bilgilerini kullanmaya çalıştıklarını fakat bunu prototiplerine yansıtamadıklarını, planlı-programlı çalışmadıklarını belirterek öz değerlendirmede bulunmuşlardır. Öğretmen adayları yaşadıkları sıkıntıların farkına varmışlar ve bunun nedenlerini ise sürecin başında yaptıkları hatalardan kaynaklandığını beyan etmişlerdir. Öğretmen adayları bu aşamada hem içinde buldukları haftayı hem de önceki haftayı değerlendirerek hatalarını görmeye çalışmışlardır. Bu grupta yer alan öğretmen adaylarının başarı kriterlerinden dayanıklılığa daha çok önem verdikleri hem konuşmalarından hem de yapmış oldukları

prototiplerden anlaşılmaktadır. B grubunda yer alan öğretmen adaylarının dönemin başında yapmış oldukları nihai prototipleri Şekil 3.2. de verilmiştir.



Şekil 3.2. Dönemin başında B grubunun nihai prototipleri

3.1.3. Dönem ortası: A grubunda yer alan öğretmen adaylarının mühendislik tasarım süreci becerilerindeki değişimler ile ilgili elde edilen bulgular

Bu bölümde öğretmen adaylarındaki gelişimleri takip etmek amacıyla dönemin ortasında yaptıkları iki etkinlik değerlendirilmiştir. Öğretmen adaylarından istenen tasarım görevleri “kule vinci tasarım görevi” ve “paraşüt tasarım görevi” verilmiştir. Bu tasarım görevlerinde öğretmen adaylarının mühendislik tasarım sürecinin ilk basamağını oluşturan problemin tanımlanması aşamasında dönemin başındaki kadar zorlanmadıkları gözlemlenmiştir. Bu aşamada öğretmen adaylarından beklenen başarı kriterlerinin ve sınırlılıkların çoğunu (bütçe, zaman, 3 metre yükseklikten bırakıldığında 10 saniye de yere ulaşma, yumurtanın kırılmaması, 100 gr ağırlığı kaldırabilme, estetiklik vb.) belirleyebildikleri görülmüştür. Örneğin; öğretmen adaylarına her iki tasarım görevinde de bütçe sınırlılık olarak verilmiştir (Kule vinci bütçesi= 20₺, Paraşüt bütçesi=15₺). Tasarım görevinde kullanacakları bütçenin bir sınırlılık olduğunu belirleyebildikleri için prototiplerinin yapım aşamasında kullanacakları malzemeleri temin ederken bu bütçeleri aşmamaya özen gösterdiklerini belirtmişlerdir.

E: “Hocam malzemeleri alırken birden fazla yere baktık. Çünkü kullanacağımız bütçe sınırlı olduğu için onu aşmamaya çalıştık.”

D: “Bu etkinlikte bize 15 ₺ bütçe verilmişti. Bizde bu bütçeyi aşmamak amacıyla daha çok günlük hayatta kullandığımız malzemelerden faydalandık.”

Problemin tanımlanması aşamasından sonra mühendislik tasarım sürecinin ikinci basamağı olan probleme yönelik ihtiyaçların belirlenmesi aşamasında ise öğretmen adaylarının çok dikkatli davrandıkları görülmüştür. Bu aşamada öğretmen adayları verilen tasarım görevleri için ne bildiklerini nelere ihtiyaç duyduklarını tartışmış ve gerekli araştırmaları internetten yapmışlardır. Yaptıkları araştırmalarda farklı modeller inceledikleri gözlemlenmiştir. İncelemeler sırasında öğretmen adaylarının bu aşamada kullanacakları malzemelerin seçiminde de gerekli araştırmayı yaptıkları ve ilk haftalardaki etkinliklerde yaptıklarının tam aksine akıllarına gelen ilk çözüme yönelmedikleri düşünerek, araştırarak, tartışarak, farklı alternatifler geliştirdikleri görülmüştür. Öğretmen adayları ihtiyaçların belirlenmesi aşamasıyla ilgili olarak düşüncelerini şu şekilde ifade etmişlerdir;

A: “Hocam biz kule vincinde ihtiyaçlarımızı belirlerken ilk olarak bizden ne isteniyor onlara dikkat etmeye çalıştık. Mesela; kule vincinde 100 gr ağırlığı kaldırabilmesi, yüksekliğinin 30 cm olması ve 20 ₺ bütçeyi geçmemesi isteniyordu. Malzemeleri almak için dolaşırken alacağımız malzemelerde bunlara dikkat ettik.”

E: “Kule vincinin ayak kısmında dil çubuğu, kürdan, pipet aklımıza geldi. Gittik, araştırdık, 3-4 tane yer gezdik. Alacağımız malzemeleri ararken dayanıklı olmasına, estetik açıdan güzel olmasına ve maliyet açısından bütçeyi aşmamaya çalıştık...”

Mühendislik tasarım sürecinin üçüncü basamağı olan olası çözümlerin geliştirilmesi aşamasında ise öğretmen adayları zaten probleme yönelik ihtiyaçların belirlenmesi aşamasında sürekli etkileşim içerisinde çalıştıkları için bu aşamada zorlanmadıkları görülmüştür. Öğretmen adayları bir önceki aşamada neler yapabileceklerine ve hangi malzemeleri kullanacaklarına ilişkin olarak olası birçok çözüm getirmişlerdir. Örneğin; paraşüt tasarım görevinde öğretmen adaylarından bir tanesi ilkököl yıllarında şemsiyenin üst kısmından faydalanarak yaptıkları modeli, bir diğeri Leonardo Da Vinci şemsiye modelini, başka bir öğretmen adayı ise uçak paraşüt modelini önermiştir. Bu aşamada öğretmen adaylarının daha fazla fikir üretmek adına tartıştıkları, beyin fırtınası yaptıkları ve sürekli olarak fikir alış-verişinde oldukları görülmüştür. Mühendislik tasarım sürecinin dördüncü basamağı olan en iyi çözümün seçilmesi aşamasında ise öğretmen adayları sınırlılıklar ve başarı kriterlerini düşünerek bu çerçevede en iyi yapabilecekleri kanaatine vardıkları uçak paraşüt modelini referans

alma konusunda fikir birliğine varmışlardır. Bununla ilgili olarak öğretmen adayları en iyi çözümün seçilmesi aşamasında başarı kriterlerinin ve sınırlılıklarının kendilerini yönlendirdiğini beyan etmişlerdir.

B: "Aslında biz ilkokulda şemsiyenin baş kısmını çıkartmıştık. Altına da ipler yapmıştık. Onu yapmayı düşündük ama zaman sıkıntısı yaşadık. Geçen hafta kule vincinde daha iyi hazırlanmıştık bu hafta bu konuda biraz eksik kaldık."

D: "Ben özgün olmasını istiyordum. O yüzden Leonardo da Vinci'nin paraşüt modelini referans alalım dedim. Bu konuda grup arkadaşlarımla tartıştıktan sonra vazgeçtik. Çünkü o paraşüt piramit gibiydi. Çıtaları birbirine tutturmada, kullanacağımız kumaşı gergin tutmada sorun yaşayabiliriz diye düşündük. Yapmış olduğumuz paraşütte de uçak paraşütünden esinlendik."

B: "Hocam bu hafta gerçekten çok güzel şeyler düşündük ama diğer derslerden dolayı zaman sıkıntısı yaşadık. O yüzden gerekli malzemeleri alırken tam araştıramadığımız için uçak paraşütü yapmaya karar verdik."

C: "Bu vinci düşünürken öncelikli olarak dengeyi esas aldık. Mesela ayakta nasıl tutabiliriz diye düşündük. Sonra ayak kısmını silindirden yapabiliriz dedik ama arkadaşlarım silindir yerine kare yapmamızın daha iyi olacağını bunun basıncı daha geniş alana dağıtabileceğini belirtmesi üzerine prototipimizi öyle şekillendirdik..."

Mühendislik tasarım sürecinin beşinci aşaması olan prototipin yapılmasında ise her iki haftada da öğretmen adaylarının aralarındaki etkili iletişim ve işbirlikli çalışma dikkat çekmiştir. Öğretmen adaylarının prototiplerin yapım aşamasının her noktasında bilgi alış-verişinde buldukları, her bir üyenin fikir beyan ettiği, birbirlerinin fikirlerine eklemeler yaptıkları bazı fikirlerini eleştirdikleri ve sonuçta ortak bir noktada birleştikleri görülmüştür.

A: "Paraşütü kare şeklinde yapalım. İpleri de eşit olarak ayarlamak için cetveli kullanalım."

B: "Kare şeklinde olmaz çünkü daire şeklinde olursa daha iyi hava alır."

A: "İpi 4 tane mi yoksa 5 tane mi kullansak daha iyi olur?"

C: "Bence 5 tane yapalım. 5 tane yaparsak dengeyi daha iyi sağlar diye düşünüyorum."

D: "İplerin boyuna dikkat edin eşit olarak kestim ama kartondan geçirirken dikkatli olmalısınız."

A: "İpleri yerleştirirken eşit aralıklarla bağlamalıyız. Onun için buraları ölçmeliyiz."

E: "İplerin dengesini sağlarken bardağın içerisine yumurtayı koyalım. Böyle dengesini daha rahat ayarlarız."

Öğretmen adaylarının her iki haftada da prototiplerini başarı kriterlerini (30 cm yükseklik, estetiklik, 3 m yükseklikten bırakılınca 10 saniye de yere ulaşması, yumurtanın kırılmaması ve özgünlük) ve sınırlılıkları (bütçe, zaman) göz önünde

bulundurarak çalıştıkları gözlemlenmiştir. *“Arkadaşlar fazlalık kumaşları kesmeliyiz. Gereksiz yere ağırlık yapmasın. Çünkü ağır olması demek daha çabuk yere inmesi demek...”* Öğretmen adaylarının kule vinci tasarım görevinde vinci devrilmemesi için taş ve topraktan faydalanarak yani günlük hayatla ilişkilendirmeler yaparak çalıştıkları gözlemlenmiştir.

A: *“Sen kule vincimizi yerleştireceğimiz toprak zemini hallet bizde diğer kısımları halledelim.”*

B: *“...katı-sıvı-gaz taneciklerinin boşluğu azaldıkça daha iç içe girer. Burada toprağı elimizden geldiğince sıkıştırmalıyız. Çünkü katıya uyarlamaya çalışmalıyız. Aralarında boşluk kalırsa vinç hareket eder...”*

Mühendislik tasarım sürecinin altıncı basamağı olan çözümü test etme ve değerlendirme aşamasında ise öğretmen adayları prototiplerinin test aşamasında yaptıkları kule vinci sınırlılıklardan zaman ve başarı kriterlerinden 100 g ağırlığı kaldırmama ölçütlerinde sorun yaşadıkları gözlemlenmiştir. Paraşüt prototipinde de yine zaman konusunda sıkıntı yaşamışlar ve 3 metre mesafeyi 10 saniye içerisinde alması gereken başarı kriterini gerçekleştirememişlerdir. Öğretmen adayları yaptıkları hataların farkına vardıkları söylemlerine yansımıştır. *“Çemberi bilezik şeklinde yapmış olsaydık tam balon gibi olurdu. Havada daha fazla kalırdı. Çünkü o zaman havayı daha iyi içine alırdı.”* Daha sonra yaptıkları değerlendirmelerde eksikliklerinin farkına varmışlar ve özeleştiride bulunmuşlardır. İki hafta bazında bakıldığında öğretmen adayları paraşüt etkinliğinde kendilerini daha çok eleştirmişlerdir.

A: *“Paraşüt prototipimizin yapım aşamasında ihtiyaçları belirlerken eksik belirlediğimiz için sıkıntı yaşadık. Daha fazla bilgiye ihtiyaç duyduk.”*

B: *“Yapım aşamasını vaktimiz olmadığı için önceden yeterli derecede planlayamadık.”*

B: *“Hocam biz vincimizi nasıl ayakta tutabiliriz diye düşündük. Sonra toprak aklımıza geldi ama bu kez de ağırlık kaldırırken vincimiz denge problemi yaşayabilir dedik. En sonunda toprağın içerisine taşlar yerleştirme konusunda karara vardık.”*

D: *“Biz paraşütümüzün malzemelerine karar verirken diğer grupların genellikle poşet kullanabileceklerini düşündüğümüz için bizde özgünlük kriterini yerine getirmek için kumaş kullandık.”*

C: *“Şu an yaptığımız paraşüt tam daire gibi durmuyor. Bilezik şeklinde yapmış olsaydık hem zamandan kazancımız olacaktı hem de başarı kriterlerini daha iyi sağlardı.”*

Bu eleştirilerin yanında diğer gruplara nazaran özgün bir ürün ortaya çıkarttıklarını, tasarım görevlerinin her aşamasında birlikte hareket ettiklerini, sınırlılıkları ve başarı kriterlerine göre bir ürün oluşturmaya çalıştıklarını belirtmişlerdir.

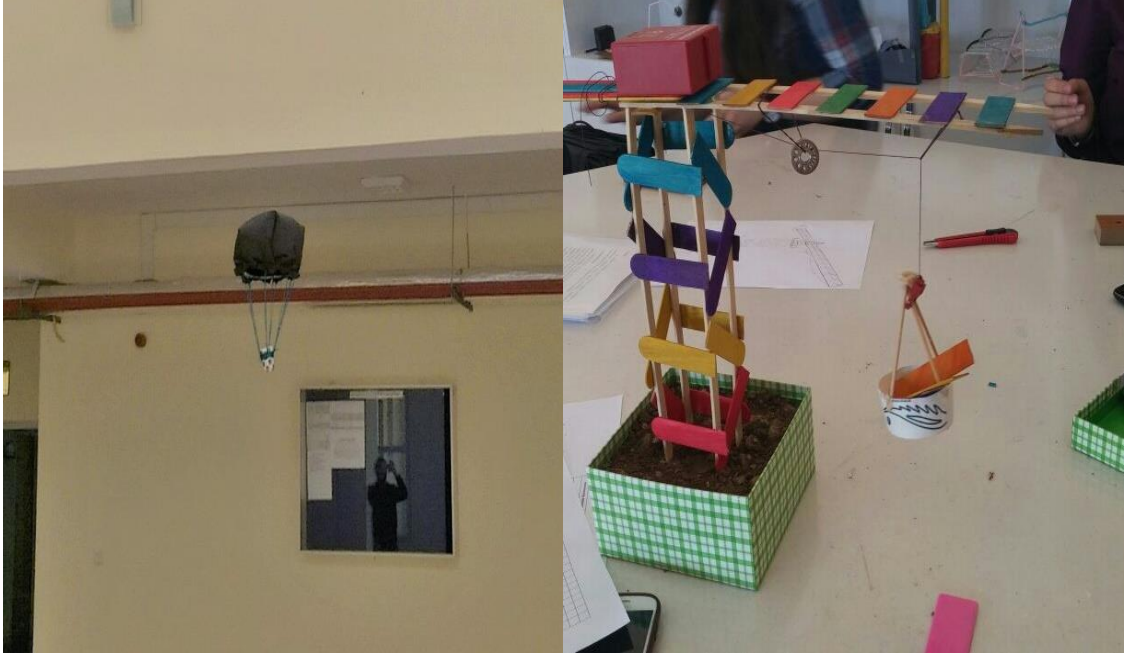
Daha sonra öğretmen adayları mühendislik tasarım sürecinin yedinci basamağı olan çözümün sunulması aşamasına geçmişlerdir. Öğretmen adayları çözümün sunulması aşamasında ise süreç içerisinde ortamda bulunan dersten sorumlu olan öğretim üyesine, araştırmacıya ve diğer gruplar prototiplerle ilgili değerlendirmelerde bulunmuşlardır. Bu değerlendirmeler doğrultusunda öğretmen adayları mühendislik tasarım sürecinin sekizinci basamağı olan yeniden tasarlama/revize etme aşamasına geçmişlerdir. Revize etme aşamasında kule vinçlerine katabilecekleri bir şeyin olmadığını zaten istenen nihai ürünün özelliklerini karşıladığını belirterek revize aşamasına ihtiyaç duymamışlardır. Paraşüt prototipinde ise revize çalışması yaparak çember kısmında bazı değişiklikler yapmışlar paraşütlerinin havada 1-2 saniye daha fazla kalmasını sağlamışlardır. Buna rağmen 3 metre yükseklikten bırakıldığında en erken 10 saniyede yere inme başarı kriterini yerine getirememişlerdir. Bunun ardından mühendislik tasarım sürecinin son basamağı olan kararın tamamlanması aşamasına geçmişlerdir. Bu aşamada öğretmen adayları paraşütlerinin 3 metre yükseklikten bırakıldığında en erken 10 saniyede yere inme başarı kriterini yerine getirmesi için paraşüte katabilecekleri başka bir şeyin olmadığını belirtmişlerdir. Öğretmen adayları bu kararın ardından bu süreci sonlandırmışlardır.

Öğretmen adaylarının dönemin başında yapmış oldukları köprü ve avcı kulesi prototiplerine nazaran kule vinci ve paraşüt prototiplerinde daha çok başarılı oldukları görülmüştür. Öğretmen adaylarının tasarım görevlerine dair her iki haftada da başarı kriterlerini ve sınırlılıkların çoğunu belirleyebilmişler, sürekli bilgi paylaşımında bulunmuşlar, sürekli iletişim içerisinde olmuşlar ve birlikte işbirliği içerisinde çalışmışlardır. Öğretmen adaylarının yapmış oldukları Kule vinci ve paraşüt prototipleri kendi aralarında değerlendirildiklerinde kule vinci prototiplerinin paraşüt prototiplerine oranla daha başarılı oldukları görülmektedir. Bunun nedeni ise öğretmen adaylarının mühendislik tasarım sürecinin ilk aşamalarını (problemin tanımlanması, probleme yönelik ihtiyaçların belirlenmesi, olası çözümlerin geliştirilmesi, en iyi çözümün seçilmesi) iki tasarım görevinde de başarıyla tamamlamalarına rağmen, paraşüt tasarım görevinde en iyi çözümün seçilmesi aşamasında belirlenen çözüm önerisine gereken hassasiyeti göstermemeleridir. Zira en iyi çözümün seçilmesi aşamasında belirlenen çözüm önerisi için fazla bilgi toplamadıkları, malzeme temini için fazla araştırma yapmadıkları gözlemlenmiştir. Kısacası sınırlılıkları, başarı kriterlerini gözden kaçırdıkları görülmüş ve bu eksiklikler yapmış oldukları paraşüt prototiplerine yansımış

bu durum istenen nihai ürünün elde edilememesine neden olmuştur. Çünkü mühendislik tasarım sürecinin bir aşamasında yapılan eksiklik veya yapılan hatalar diğer aşamaları da olumsuz yönde etkilemektedir.

Öğretmen adayları, bilimsel bilgi ve becerilerini çoğu yerde kullanırken bazı noktalarda ise bilimsel bilgi ve becerilerini prototiplerine yansıtamadıkları görülmüştür. Bu durum öğretmen adaylarının yapmış olduğu prototiplerine de yansımıştır. Örneğin; dengeyi sürekli düşünerek çalışmaları, katı-sıvı-gaz tanecikleri arasındaki boşluğu düşünerek toprağı ellerinden geldiğince sertleştirmeye çalışmaları, malzeme seçimlerindeki düşünceleri, işbirliği içerisinde çalışmaları, etkili bir etkileşim içerisinde olmaları yapmış oldukları prototiplerinin kalitesini arttırmıştır. Bu bağlamda düşünüldüğünde öğretmen adaylarının öğrendikleri bilgileri transfer edebildikleri, farklı durumlarda ve ortamlarda kullanabildikleri de görülmektedir. Bunun yanında öğretmen adaylarının bazı durumlarda bilgilerini prototiplerine yansıtamamaları da prototiplerinin istenen kriterler dâhilinde olmasını engellemiştir. Örneğin; paraşüt prototiplerinde kumaş tercih etmeleri özgünlük başarı kriterini göz önünde bulundurduklarını göstermektedir. Fakat öğretmen adaylarının bilimsel bilgilerini bu aşamada kullanamadıkları görülmüştür. Çünkü kumaşın ağırlığından dolayı yere daha çabuk ulaşabileceğini düşünmedikleri veya gözden kaçırdıkları gözlemlenmiştir. Bu konuda öğretmen adaylarının aslında bu bilgiye sahip oldukları ama kullanamadıkları ya da yeterli araştırmayı yapmadıkları düşünülmektedir. Zira öğretmen adayları önceki aşamalarda kumaşın fazlalık kısımlarının kesilmesi gerekliliğinden bahsetmişlerdir. Bu iki prototip sonucunda da belki de dikkat edilmesi gereken en önemli noktalar mühendislik tasarım süreci basamaklarının hepsinin ayrı bir öneme sahip olması ve hepsinin birbirini etkilemesidir. Yukarıda da bahsedildiği üzere öğretmen adayları paraşüt prototipinde özgünlük başarı kriterini yerine getirmişler fakat bunun sonucunda paraşütlerinin 3 metre yükseklikten bırakıldığında en erken 10 saniyede yere inme başarı kriterini yerine getirememişlerdir. Ayrıca yapılan prototiplerin birinci aşamasından son aşamasına kadar bilimsel bilgi ve becerilerinin kullanılması gerekliliği olmuştur. Çünkü hangi aşama olursa olsun bu bilgi ve becerilerin kullanılmaması istenen nihai üründe eksikliklere neden olmaktadır. Bu iki tasarım görevi süreci sonucunda yapılan olumlu davranışlar, hatalar, eksiklikler düşünüldüğünde mühendislik tasarım süreci dâhilinde istenen nihai ürünü elde edebilmek için disiplinlerin birleştirilmesi gerekliliği ve her bir aşamanın süreç içerisindeki önemi ortaya

çıkılmaktadır. A grubunda yer alan öğretmen adaylarının dönemin ortasında yapmış oldukları nihai prototipler Şekil 3.3. de verilmiştir.



Şekil 3.3. Dönemin ortasında A grubunun nihai prototipleri

3.1.4. Dönem ortası: B grubunda yer alan öğretmen adaylarının mühendislik tasarım süreci becerilerindeki değişimler ile ilgili elde edilen bulgular

Dönemin ortasında A grubunda olduğu gibi B grubunda bulunan öğretmen adaylarına da tasarım görevi olarak “kule vinci tasarım görevi” ve “paraşüt tasarım görevi” verilmiştir. Bu tasarım görevlerinde öğretmen adayları A grubunda da olduğu gibi dönemin başındaki tasarım görevleri kadar zorlanmadıkları görülmüştür. Öğretmen adayları mühendislik tasarım sürecinin ilk basamağı olan problemin tanımlanması aşaması ile tasarım görevlerine başlamışlardır. Öğretmen adayları iki hafta sürecinde de grup olarak tasarım görevini değerlendirdikleri ve bunun sonucunda başarı kriterlerini ve sınırlılıkları (paraşüt etkinliğinde özgünlük hariç) belirleyebildikleri gözlemlenmiştir. Daha sonra mühendislik tasarım sürecinin ikinci basamağı olan probleme yönelik ihtiyaçların belirlenmesi aşamasına geçilmiştir. Bu aşamada öğretmen adayları grup üyeleriyle tasarım görevleri hakkında neleri bildikleri, nelere ihtiyaç duydukları konusunda tartışmalar yapmışlar ve buna dönük olarak araştırmalar yapmışlardır. Öğretmen adaylarının bu aşamada grup olarak kararlar vermeye çalıştıkları kule vinci modellerini incelerken yapılabiliğini, hangi malzemelerden nasıl yapılabileceğini

internetten araştırdıkları, buldukları sonuçları grup halinde tartıştıkları gözlemlenmiştir. Bu aşamada dersin sorumlusu öğretim üyesinden de bilgi almışlar ve fikirlerini paylaşmışlardır. Mühendislik tasarım sürecinin üçüncü basamağı olan olası çözümlerin geliştirilmesi aşamasında ise öğretmen adaylarının tasarım görevlerine dair verilen başarı kriterlerini ve sınırlılıkları düşünerek her iki tasarım görevinde de birden fazla çözümler önerisi getirdikleri görölmüştür. Örneğin; kule vinci tasarım görevinde hem aşağı yukarı hareket edebilen hem de sağa sola dönebilen bir kule vinci, sadece aşağı yukarı hareket eden bir kule vinci veya sadece sağa sola hareket edebilen bir kule vinci çözümleri getirmişlerdir. Paraşüt görevinde de paraşüt kısmını farklı şekilde yapılması noktasında farklı fikirler öne sürdükleri ve bunlarla ilgili grup içerisinde tartıştıkları gözlemlenmiştir. Öğretmen adayları olası çözümlerin geliştirilmesi aşamasının ardından mühendislik tasarım sürecinin dördüncü basamağı olan en iyi çözümler seçilmesi aşamasına geçmişlerdir. Öğretmen adayları en iyi çözümler seçilmesi aşamasında ise kendilerine verilen tasarım görevlerinde sınırlılık ve başarı kriterlerinin yanında uygulanabilirliğini de dikkate alarak kararlar verdikleri konu hakkında sorulan sorulara verdikleri cevaplara yansımıştır.

K: "Biz kule vinci dıyduğumuzda hem sağa-sola hem de aşağı-yukarı hareket eden bir vinç yapmayı düşündük. Daha sonra bu fikri tartıştık ve bizi çok fazla zorlayacağını düşündüğümüz için sadece aşağı-yukarı hareket edebilen bir kule vinci yapmaya karar verdik."

İ: "Geliştirdiğimiz çözümler önerilerini seçerken uygulanabilir olmasına ve kriterlere uygun olanı seçmeye özen gösteriyoruz. Seçtiğimiz çözümler önerisi üzerinde tekrar düşündüğümüzde eksiklikleri gideriyoruz. Bunu yaparken başta belirlediğimiz kriterleri göz önünde bulunduruyoruz."

I: "Sadece yapmayı düşünmüyoruz. Bunu yaptığımızda uygulamaya geçirme aşamasını da baştan düşünüyor ona göre ihtiyaç listemizi oluşturuyoruz."

Mühendislik tasarım sürecinin beşinci basamağı olan prototipin yapılması aşamasında ise öğretmen adaylarının sürekli birbirleriyle konuştukları, tasarım görevlerini eğlenerek yerine getirdikleri, bu duruma sadece ders gözüyle bakmadıkları gözlemlenmiş ve bu durum süreç boyunca konuşmalarına da yansımıştır.

G: "Malzemeleri kendimiz karşıladığımız için daha eğlenceli ve ilgi çekici oluyor. Çünkü oturup düşündüğümüz zaman farklı fikirler ortaya çıkıyor. Bu sayede hem eğleniyor hem de fikirlerimizi geliştirme fırsatı buluyoruz. Yap-bitir şeklinde düşünmüyoruz. Bir şeyler öğrenmek için uğraşıyoruz."

H: "Hocam gerçekten çok eğlenceli geçiyor, çok eğleniyoruz..."

L: "...çok güzel oldu ya. Hocam çatı, dam gibi bir yerden bıraksaydık gerçekten çok eğlenceli...(kendi aralarında güliyorlar)"

H: “Hocam çok eğlenceli çok güzel.....yemin ederim o kadar eğlenceli ki...”

İ: “Mühendislik tasarım süreci basamaklarını uygularken bir basamağı bitirip diğerine geçtiğimizde o bize moral oluyor. Kendimizi mutlu hissediyoruz.”

Prototipin yapım aşamasında öğretmen adaylarının bilgi alış-verişinde buldukları sürekli olarak etkileşim içerisinde oldukları grup içerisinde birbirlerinin fikirlerini önemsedikleri, bu fikirleri değerlendirirken başarı kriterlerini ve sınırlılıkları da düşünerek değerlendirmelerde buldukları aralarında geçen diyaloglarına yansımıştır.

G: “Naylon ipi mi kullansak yoksa yün ipi mi kullansak.”

H: “Bence yün ipi kullanalım çünkü yün ip daha hafif olur.”

I: “Bence de yün ipi kullanalım hem hafif olur hem de birbirine dolaşmaz.”

H: “Burada dikkat etmemiz gereken şey iplerin boyunu ve aralıklarını eşit ayarlamamız. Yoksa ağırlık merkezini ayarlayamayız. Dengesiz olur ve havada kalma süresi kısalmaz.”

G: “Biz bunları yaparken sizde yumurtayı koyacağımız pet bardağa şeklini verebilirsiniz.”

İ: “Tamam bizde onu yapalım o zaman ...”

Mühendislik tasarım sürecinin altıncı basamağı olan çözümü test etme ve değerlendirme aşamasında ise öğretmen adayları yapmış oldukları prototipleri ilk olarak başarı kriterleri ve sınırlılıklar dâhilinde test etmişlerdir. Öğretmen adaylarının yapmış oldukları prototiplerden her ikisinde de test aşamasında istenen başarı kriterlerinin birçoğunu yerine getirdiği görülmüştür. Öğretmen adayları kule vinci tasarım görevinde sınırlılıklardan olan bütçe ve zaman sınırlılıklarını aştıkları fakat paraşüt tasarım görevinde her iki sınırlılığa da bağlı kaldıkları görülmüştür. Bu aşamadan sonra değerlendirmeler yaparken öğretmen adayları prototiplerine ve kendilerine dair özeleştirilerde bulunmuşlardır.

G: “Hocam biz önce yap-bitir diye düşünüyorduk. Şimdi mühendislik tasarım sürecinin aşamalarına göre gitmeye dikkat ediyoruz. Bunu yapmamız lazım, prototipin oluşturulması için şu aşamaları geçmiş olması lazım diye kriterleri ve sınırlılıkları göz önünde bulundurmaya çalışıyoruz.”

İ: “Malzeme konusunda serbest bırakılmamız bizim hayal gücümüzü geliştiriyor. Çünkü diğer gruplara da baktığımızda her grup farklı malzemeler kullanarak kule vinci tasarlamışlar. Malzeme konusunda rahat olmamız bizim olaylara alternatif çözüm önerileri getirme konusunda rahatlamamıza neden oldu.”

L: “Biz maalesef bu prototipimizde maliyet sınırlılığını aştık. O da aldığımız yapıstırıcının tahta yüzeyi tutmamasından kaynaklandı. Aslında birkaç yere bakmıştık. Aldığımız yerdeki kişi de tahta yüzeyi tutacağını söylemişti ama...”

K: "Hocam biz bu tasarım görevini düşünürken hem inşaat alanına gittik orada kule vinci çalışma mekanizmasını inceledik. Oradaki çalışanlardan bilgi aldık hem de mobilyacılarımıza gittik yardım ve bilgi aldık."

İ: "Biz bu süreçte grup çalışmasının çok fazla yarar sağladığını düşünüyoruz. Mesela; ben burasını böyle yapalım derken diğer arkadaşım başka bir fikir veriyor ya da ekleme yapıyor. Bu şekilde yaptığımız ürün daha işlevsel oluyor."

H: "Aslında hocam burada hem grup çalışması önemli hem de bireysel becerilerimiz çok önemli oluyor. Mesela; birimizin hayal gücü çok genişken birimizin el becerileri böyle olunca bireysel özellikler grup olarak birleşince daha etkili oluyor diye düşünüyorum."

İ: "Hocam geçen yıl fizik dersi görmüştük. Orada da denge, ağırlık merkezi falan işlemiştik. Bu yıl onları uygulamalı olarak biz yaptık."

Mühendislik tasarım sürecinin yedinci basamağı olan çözümün sunulması aşamasında ise öğretmen adayları ders sürecinde ortamda bulunan öğretim üyesine, araştırmacıya ve diğer grupta yer alan öğretmen adaylarına sözlü sunum yapmışlardır. Bu sunumlar sonucunda öğretmen adaylarının yapmış oldukları prototipler öğretim üyesi, araştırmacı ve diğer öğretmen adayları tarafından değerlendirilmiş ve gerekli dönütler verilmiştir. Öğretmen adayları almış oldukları dönütleri değerlendirmek amacıyla mühendislik tasarım sürecinin sekizinci basamağı olan yeniden tasarlama/revize etme aşamasına geçmişlerdir. Öğretmen adayları yeniden tasarlama/revize etme aşamasında ise kule vinci etkinliğinde nihai üründe istenen başarı kriterlerini yerine getirdikleri için revize etmeye ihtiyaç duymamışlardır. Paraşüt etkinliğinde ise yapmış oldukları paraşütlerinin 3 metre yükseklikten bırakıldığında en erken 10 saniyede yere inme başarı kriterini yerine getiremediği için revizyona gitmişlerdir. Bu revizyon aşamasında paraşütte kullandıkları ipliğin sayısını ve uzunluğunu değiştirmişlerdir.

G: "İplerin boyunu kısaltalım ve ip sayısını arttıralım."

H: "Eee ip sayısını arttırmamız neye yarayacak?"

G: "Arkadaşlar ip sayısını arttırdığımız zaman yükünü hafifleterek, yumurtanın ağırlığını dağıtmış olacağız."

İ: "Bence de ip boyunu kesinlikle azaltmalıyız. İplerimizin boyu büyük olduğu için paraşüt kendini hemen aşağı çekiyor."

İ: "Bence de ip kısaltılmalı ve çoğaltılmalı. Çünkü ipler uzun, mesafe kısa bu yüzden paraşütün kendisi yüksekte kalıyor ama yumurta yere değdiği an paraşüt düşüyor."

Öğretmen adayları düşündükleri bütün değişiklikleri yapmalarına rağmen paraşütlerini tekrar test ettiklerinde paraşütlerinin 3 metre yükseklikten bırakıldığında en az 10 saniyede yere inme başarı kriterinde yine başarılı olamadıklarını görmüşlerdir.

Tüm bu revizyonlara rağmen 3 metre yükseklikten 7 saniyede yere ulaştığı görülmüştür. Öğretmen adayları başarı kriterlerini sağlayamadıkları için mühendislik tasarım sürecinin beşinci basamağı olan prototipin yapılması aşamasına tekrar dönmüşlerdir. Öğretmen adayları prototiplerinin yapım aşamasında farklı bir tasarım üzerinden gitmişlerdir. Paraşütün yüzey alanını genişletmişler, hava ile daha fazla temas halinde kalması amacıyla büzüşmemesi için iç yüzeyini bantla desteklemişlerdir.

G: “Paraşütün orta kısmına bantla destek mi versek? Çünkü bant yaparsak paraşüt daha fazla açık kalabilir ve daha fazla süzülerek yere iner.”

H: “Bence de paraşütümüzü daha büyük yapmalıyız. Ne kadar büyük olursa hava ile teması o kadar çok olur ve aşağıya daha uzun sürede iner.”

I: “Bence ikisi de çok mantıklı o zaman hemen yapmaya başlayalım.”

Bu revizyonlardan sonra prototiplerini tekrar test ettiklerinde prototiplerinin havada 8-9 sn kaldığı görülmüştür. Bu aşamalardan sonra öğretmen adayları mühendislik tasarım sürecinin son basamağı olan kararın tamamlanması aşamasına geçmişlerdir. Gerekli revizyonları yaptıklarını belirterek öğretmen adayları son yaptıkları paraşütün üzerine başka ekleme yapamayacakları konusunda fikir birliğine vararak süreci sonlandırmışlardır.

Öğretmen adaylarının dönemin ortasında yapmış oldukları bu iki etkinlikte de mühendislik tasarım süreci basamaklarındaki performansları dönemin başındaki performanslarından daha iyi oldukları görülmüştür. Bunun nedenleri arasında mühendislik tasarım sürecine dair yaşantı geçirmeleri, bu sürecin onlar için eğlenceli hale dönüşmesi, yapmış oldukları prototiplerin nihai ürünü yansıtmamasından dolayı başarma duygusunun özgüvenlerine etkisi gibi etkenler olarak düşünülebilir. Çünkü dönemin başında öğretmen adayları sürece yabancı olmalarından dolayı telaşa kapılmışlar ve yapabilecekleri şeylerde bile tereddüt yaşamışlardır. Daha sonraki haftalarda ise sürece alıştıkları için daha rahat oldukları ve bilimsel bilgilerini yapacakları tasarım görevlerine yansıtmaya çalıştıkları gözlemlenmiştir. Örneğin; öğretmen adaylarının paraşüt tasarım görevinde yumurtayı koyacakları pet bardağı ağırlık yapmasın düşüncesiyle kesmeleri, dengesini bozmasın diyerek büyük bir kutu kullanmamaları, yüzey alanı ile yere ulaşma süresi arasında bağlantı kurmaları vb. yöndeki düşünceleri yapmış oldukları şeylerin bilinci içerisinde olduklarını düşündürmektedir. Dönemin ortasındaki iki hafta düşünüldüğünde öğretmen adaylarının mühendislik tasarım sürecine dair yaşantı geçirmiş olmaları onların sınırlılıkları, başarı

kriterlerini ve diğer aşamaları dűřünerek hareket etmelerine neden olmuş bu da istenen nihai őrüne yansımıştır. Öğretmen adayları mühendislik tasarım sürecinin bütün aşamalarında işbirliği içerisinde, tartışarak, fikirlerini beyan ederek, bu fikirlere eklemeler yaparak gerekiyorsa eleştiriler yaparak çalışmışlardır. Dikkat edilmesi gereken hususlardan bir tanesi de öğretmen adaylarının bu çalışmalardan zevk alması ve eğlenmeleri olmuştur. Bunun sonucunda öğretmen adayları belirlenen başarı kriterlerini yerine getirebilmek amacıyla çok fazla özen gösterdikleri gözlemlenmiştir. Bu durumda süreç içerisindeki çalışmalarına yansımıştır. Örneđin; kule vincinin daha estetik görünmesi amacıyla tahta çıtaları guaj boyalarla boyamışlar, 100g ağırlık kaldırabilmesi içinde oyuncak arabanın motor kısmını kullanarak vinci aşağı yukarı doğru hareket ettirmişlerdir. Kule vinci için inşaat alanına gittiklerini, oradaki mühendislerden ve operatörlerden bilgi aldıklarını, gerçek vinçleri incelediklerini belirtmişlerdir. Parařut tasarım görevinde de başarı kriterini sağlamadığı için revizyona gitmişler bunun sonucunda yine istenen başarı kriterini sağlamadığını görünce tekrardan prototipin yapım aşamasına döndükleri görölmüştür. Bu durum öğretmen adaylarının başarısızlıkla bařa çıkabilme becerilerinin yüksek olduğunu, bu süreçten zevk aldıklarını, eğlendiklerini ve istenen nihai őrünü yapmaya odaklandıklarını göstermektedir. Öğretmen adayları bu sürece dair el becerilerinin, zihinsel becerilerinin, hayal güçlerinin, olaylara bakış açılarının geliştiğini belirtmişlerdir.

İ: “Hocam biz ilk hafta köprü yapmıştık alternatif çözümler getiremedik. Ama şimdi öyle değiliz. Mesela kule vincimizin ucunda kullanmak için kanca almıştık kaybetmişiz. Hemen grup olarak bakır telden olabilir, zimba telinden olabilir, atatan olabilir, çividen olabilir diye dűřündük...”

Öğretmen adaylarının dönemin ortasındaki etkinliklerde performanslarındaki başarıları somut olarak prototiplerinin son aşamasına da yansıldığı görölmektedir. B grubunda yer alan öğretmen adaylarının dönemin ortasında yapmış oldukları nihai prototipleri şekil 3.4. de verilmiştir.



Şekil 3.4. Dönemin ortasında B grubunun nihai prototipleri

3.1.5. Dönem Sonu: A grubunda yer alan öğretmen adaylarının mühendislik tasarım süreci becerilerindeki değişimler ile ilgili elde edilen bulgular

Bu bölümde öğretmen adaylarının mühendislik tasarım süreci becerilerinde değişiklik olup olmadığını takip etmek amacıyla son olarak dönemin sonunda yaptıkları iki etkinlik değerlendirilmiştir. Öğretmen adaylarından tasarım görevi olarak “havanın itme kuvvetiyle çalışan araba tasarım görevi” ve “buhar gücü ile dönen Mevlana figürü tasarım görevleri” verilmiştir. Bu tasarım görevlerinde öğretmen adaylarının mühendislik tasarım sürecinin ilk basamağını oluşturan problemin tanımlanması aşamasında dönemin başındaki ve ortasındaki kadar zorlanmadıkları gözlemlenmiştir. Öğretmen adayları tasarım görevlerini gördüklerinde hemen araştırmalar yapmaya, aralarında konu ile ilgili tartışmalar yapmaya başladıkları görülmüştür. Kısacası, öğretmen adayları mühendislik tasarım sürecinin ilk basamağını oluşturan problemin tanımlanması aşamasıyla sürece başlamışlardır. Öğretmen adayları bu aşamada verilen tasarım görevlerine ait olan başarı kriterlerini (arabanın 3 metre yolu en fazla 5 saniyede alması, özgünlük, estetiklik, arabanın havanın itme kuvvetiyle hareket etmesi, Mevlana figürünün buhar gücü ile 10 saniye içerisinde 1 tur dönmesi) ve sınırlılıklarını (arabanın hareketinden sonra dışarıdan hiçbir etkinin olmaması, süre, maliyet) belirlemeye çalıştıkları gözlemlenmiştir. Öğretmen adayları verilen başarı kriterlerini ve sınırlılıkları

belirlemede ilk yaptıkları etkinliklere göre fazla zorlanmadıkları görülmüştür. Öğretmen adayları başarı kriterlerini ve sınırlılıkları belirledikten sonra mühendislik tasarım sürecinin ikinci basamağı olan probleme yönelik ihtiyaçların belirlenmesi aşamasına geçmişlerdir. Probleme yönelik ihtiyaçların belirlenmesi aşamasında öğretmen adaylarının problemlerine yönelik olarak grupça araştırma yaptıkları, grup üyeleri ile sürekli aralarında fikir alış-verişinde buldukları araştırmacı tarafından gözlemlenmiştir. Bu aşamanın ardından mühendislik tasarım sürecinin üçüncü basamağı olan olası çözümlerin geliştirilmesi aşamasına geçilmiştir. Bu aşamada ise öğretmen adaylarının beyin fırtınası yaptıkları, başarı kriterlerini ve sınırlılıkları göz önünde bulundurarak araştırmalar yaptıkları, grup içerisinde rahat bir şekilde fikirlerini beyan ettikleri görülmüştür. Öğretmen adayları olası çözümlerin geliştirilmesi aşamasında birden fazla çözüm önerisi getirmişlerdir. Havanın itme kuvvetiyle çalışan araba tasarım görevi için balonun içindeki hava ile çalışan araba, ilk Türk arabası olan Devrim arabasını ve yelkenli araba çözüm önerilerini getirmişlerdir. Buhar gücü ile dönen Mevlana figürü tasarım görevinde ise çözüm önerisi getirirken daha çok zorlandıkları görülmüştür. Bu tasarım görevine yönelik olarak Mevlana figürünü döndürebilmek için etek kısmını parçalı yapmayı veya Mevlana figürünün alt kısmına pervane şeklinde yapmayı tartışmışlardır. Mühendislik tasarım sürecinin dördüncü basamağı olan en iyi çözümün geliştirilmesi aşamasında ise öğretmen adayları başarı kriterlerini ve sınırlılıkları düşünerek buna uygun olacak malzemelere de karar vermişlerdir. Öğretmen adayları yapacakları arabanın havanın itme gücüyle hareket etmesi başarı kriterini belirlemelerine rağmen verilen sınırlılıklardan bir tanesini gözden kaçırmalarından dolayı yelkenli araba modeline karar vermişlerdir. Mevlana figürü tasarım modelinde ise eteği parçalı olarak düşündükleri tasarımlarını en iyi çözüm olarak belirlemişlerdir. Mühendislik tasarım sürecinin beşinci basamağı olan prototipin yapılması aşamasında ise öğretmen adaylarının işbirliği içinde, tartışarak, fikir alış-verişinde bulunarak süreci yürütmüşlerdir.

A: *“Acaba taksi şeklinde mi yapsak? Otobüs şeklinde mi yapsak?”*

B: *“Bence otobüs şeklinde yapalım hem gösterişli olur hem de üst kısmın yüzey alanı biraz daha geniş olacağı için yelkenimizi daha iyi yerleştiririz.”*

A: *“Tamam o zaman başlayalım ama iş bölümü yapalım. Biz üst kısmını yaparken sizde camlarını yapın, yaparken ölçmeyi unutmayın.”*

C: *“Tamam biz cam kısmını yapalım.”*

D: "Bence o cam şekli olmamış otobüslerin cam kısmı bütün olarak görünüyor. Siz tekli yapmışsınız hem görünüş olarak iyi durmaz hem de eşit kesememişsiniz."

C: "Tamam o zaman bütün yaparız."

B: "Arkadaşlar tekerleklerde kullanacağımız pipetleri arabanın alt kısmına yapıştırırsak tekerlekler dönmez. Nasıl olacak?"

D: "Bence kâğıtlardan parça keselim, halka şekli verelim. Onun içerisinden pipetleri geçirelim."

A: "Evet çok mantıklı o halkaların içerisinden rahatlıkla döner."

Mevlana figürünün yapım aşamasında geçen diyaloglar:

A: "Etek kısmının açılarını çok iyi ayarlamalıyız. Buhar tam olarak vurmali ki döndürsün."

D: "Kutuyu da çok iyi ayarlamalıyız. Ne çok uzak ne de çok yakın olmalı..."

B: "Bence de buhar eteğe ne kadar etki ederse o kadar hızlı döner. Başarı kriterlerinden birisi 10sn 1 tur atması..."

Prototipin yapım aşamasında buhar gücü ile dönen Mevlana figürü tasarım görevinde başarı kriterlerini ve sınırlılıkları göz önünde bulundurarak çalışmalarını yürüttükleri gözlemlenmiştir. Havanın itme kuvvetiyle çalışan araba tasarım görevinde de öğretmen adaylarının başarı kriterleri ve sınırlılıkları göz önünde bulundurarak çalıştıkları fakat havanın itme kuvveti ile çalışan arabayı yaparken havanın itme kuvveti olarak rüzgârı enerjisinden faydalanmayı düşündükleri anlaşılmaktadır. Özgünlük başarı kriterine daha çok odaklandıkları için farklı bir prototip tasarımı yapmaya odaklanmışlar ve saç kurutma makinesinin sağladığı rüzgâr enerjisi ile hareket eden araç tasarlamışlardır. Fakat bu tasarımda sınırlılıklar arasında aracın harekete başladıktan sonra dışarıdan bir etkinin olmaması gerektiğini gözden kaçırdıkları görülmüştür.

A: "Hocam biz diğer gruplardan farklı bir tasarım hazırladık. Bizim tasarladığımız araç rüzgâr enerjisi ile hareket edecek."

B: "Hocam şimdi burada rüzgâr olmadığı için bizde arabamızın hareketini saç kurutma makinesi ile göstermek istedik."

A: "Hocam önemli olan özgünlük bence..."

Mühendislik tasarım sürecinin altıncı basamağı olan çözümü test etme, değerlendirme aşamasında ise öğretmen adayları yapmış oldukları prototipleri başarı kriterleri ve sınırlılıklar dâhilinde test etmişlerdir. Bu test aşamasında yapmış oldukları arabanın en önemli sınırlılıkları arasında yer alan aracın harekete başladıktan sonra dışarıdan herhangi bir etkinin olmaması göz ardı edildiği için test aşaması başarısızlıkla sonuçlanmıştır. Mevlana figürü tasarım görevinde ise yapmış oldukları prototipi başarı

kriterleri ve sınırlılıklar dâhilinde test ettiklerinde Mevlana figürünün 10 saniyede 1 tur dönmesi başarı kriterini yerine getirmediğini görmüşlerdir. Yapılan araba öğretmen adaylarının düşündüğü gibi test edilmiş olsa da bu tasarım görevinin sınırlılığına riayet etmedikleri için bu aşamada beklenen başarıyı gösterememişlerdir. Daha sonra yapmış oldukları prototipleri değerlendirirken bu sürecin kendileri için öneminden, bunun için araştırmalar yaptıklarından bahsetmişlerdir.

A: “Hocam biz dışarıdan bir etki olmaması gerekiyor sınırlılığını düşündük ama rüzgârın dışarıdan bir etki olmayacağını düşünmedik orada hata yaptık.”

D: “Aslında biz çok araştırdık bize özgü olsun istedik ama yine paraşüt prototipimiz de yaptığımız hatayı tekrarlamış olduk. Orada da özgün olsun isterken başarı kriterine takılmıştık. Burada da sınırlılığa takıldık.”

E: “Hocam belki de çok derin düşünmemek gerekiyor.”

Bu değerlendirmelerin ardından mühendislik tasarım sürecinin yedinci basamağını oluşturan çözümün sunulması aşamasına geçilmiştir. Bu aşamada öğretmen adayları dersin sorumlusu olan öğretim üyesine, araştırmacıya ve diğer grupta yer alan öğretmen adaylarına sunumlarını yapmışlardır. Bu sunumlar sonucunda ortamda bulunan kişiler tarafından öğretmen adaylarının yapmış olduğu prototipler değerlendirilmiştir. Öğretmen adayları bu dönütleri aldıktan sonra mühendislik tasarım sürecinin sekizinci basamağı olan yeniden tasarlama/revize etme aşamasına geçmişlerdir. Bu aşamada öğretmen adaylarının fazla bir çalışma yapamadıkları gözlemlenmiştir. Çünkü öğretmen adayları havanın itme kuvvetiyle çalışan araba tasarım görevinde malzemeleri kendi tasarımlarına göre belirledikleri için nihai ürün için istenen revizyona gidememişlerdir. Mevlana figürü tasarım görevinde ise 10 saniye de bir tur dönmesini sağlayamadıkları için bu konuda revizyon çalışmaları yaptıkları görülmüştür.

A: “Etek ölçüleri aynı değil baktığımız zaman eşit görünmüyor. Yapıştırma aşamasında yanlışlıklar yapmışız.”

C: “Açıları tam ayarlayamadığımız için gelen havayı tam alamıyor o yüzden çok yavaş dönüyor.”

D: “O zaman etek kısmını tekrardan yapalım.”

Bu düşünceleri ile etek kısmını oluşturmak için mühendislik tasarım sürecinin besinci basamağı olan prototipin yapılması aşamasına tekrar dönmüşlerdir. Eteği yapmışlar ve tekrar test etmişlerdir. Yapmış oldukları Mevlana figürü maalesef 10 saniyede 1 tur atmaya başaramamıştır. Öğretmen adayları bu aşamada yapmış oldukları

Mevlana figürünü başarı kriterleri çerçevesinde döndürememişlerdir. Bu işlemlerin ardından mühendislik tasarım sürecinin son basamağı olan kararın tamamlanması aşamasına geçmişlerdir. Araba prototipinde revize edebilecekleri malzemenin olmamasından dolayı revizyon yapmazken, Mevlana figüründe başarı kriterini yerine getirmek amacıyla revizyon çalışmaları yapmışlar fakat yine başarıyı sağlayamamışlardır. Bunun üzerine öğretmen adayları yapabilecekleri başka bir şeyin olmadığını belirterek süreci sonlandırmışlardır.

Öğretmen adayları son iki hafta bağlamında değerlendirildiklerinde işbirliği içerisinde çalışma, fikir alış-verişinde bulunma, sınırlılıkları ve başarı kriterlerini belirleme vb. süreçlerde daha etkili çalıştıkları görülmüştür. Öğretmen adayları ilk dört aşamada çok etkili çalışmışlar fakat beşinci aşamada öğretmen adaylarının özgünlük başarı kriterine odaklanmaları tasarım görevine bütün olarak bakmalarını engellemiş ve sınırlılıklardan birisini gözden kaçırmalarına neden olmuştur. Bu durumda mühendislik tasarım sürecinin diğer aşamalarını etkilediği görülmüştür. A grubunda yer alan öğretmen adaylarının dönemin sonunda yapmış oldukları nihai prototipleri Şekil 3.5. de verilmiştir.



Şekil 3.5. Dönemin sonunda A grubunun nihai prototipleri

3.1.6. Dönemin sonu: B grubunda yer alan öğretmen adaylarının mühendislik tasarım süreci becerilerindeki değişimler ile ilgili elde edilen bulgular

Bu bölümde B grubunda ki öğretmen adaylarının mühendislik tasarım süreci becerilerindeki değişiklikleri A grubunda da olduğu gibi dönemin sonunda yaptıkları iki etkinlikle takip edilmeye devam edilmiştir. Öğretmen adaylarından yapmaları istenen tasarım görevleri “havanın itme kuvvetiyle çalışan araba tasarım görevi” ve “buhar gücü ile dönen Mevlana figürü tasarım görevleri” dir. Öğretmen adayları tasarım görevini gördüklerinde vakit kaybetmeden mühendislik tasarım sürecinin ilk basamağını oluşturan problemin tanımlanması aşamasıyla işe başlamışlardır. Öğretmen adaylarının bu konuda zorlanmadıkları kısa süre içerisinde başarı kriterlerini ve sınırlılıkları belirleyebildikleri görülmüştür. Başarı kriterlerini ve sınırlılıkları belirledikten sonra mühendislik tasarım sürecinin ikinci basamağını oluşturan probleme yönelik ihtiyaçların belirlenmesi aşamasına geçmişlerdir. Bu aşamada öğretmen adaylarının tasarım görevlerine yönelik olarak neleri bildikleri, nelere ihtiyaç duydukları konusunda grup üyeleriyle sürekli diyalog içinde oldukları, bu konu ile ilgili internet üzerinden videolar araştırdıkları, farklı fikirler ürettikleri ve tartıştıkları gözlemlenmiştir. Öğretmen adaylarının daha sonra mühendislik tasarım sürecinin üçüncü basamağı olan olası çözümler geliştirme aşamasına geçtikleri görülmüştür. Olası çözümlerin geliştirilmesi aşamasında ise öğretmen adaylarının belirlemiş oldukları başarı kriterleri ve sınırlılıklar dâhilinde beyin fırtınası yaptıkları, araştırmalarına bu aşamada da devam ettikleri, ortaya çıkan fikirleri kullanacakları malzemeleri de düşünerek karar vermeye çalıştıkları gözlemlenmiştir. Öğretmen adaylarının bu süreçte çok aktif çalıştıkları görülmüştür. Bu aşamada öğretmen adayları yelkenli araba, balonun itme kuvvetiyle çalışan araba, pervane ile dönen, eteğinin açılı yardımıyla dönen Mevlana figürü tasarım çözüm önerilerini getirmişlerdir. Bu süreçte öğretmen adaylarının kullanacakları malzemeler konusunda alternatif çözümler üzerinde araştırmalar yaptıkları görülmüştür.

G: “Yelkenli araba yapabiliriz ama 5 saniye de 3 metre gider mi bilmiyorum.”

H: “Yelkenli araba olmaz sınırlılıklar arasında arabanın hareketinden sonra dışarıdan etkinin olmaması gerekiyor.”

İ: “Bence balonla yapalım ama malzemelerini iyi düşünmemiz lazım.”

I: “Bence de 5 saniye içerisinde 3 metre yolu gitmesi için hem hafif bir araba hem de sürtünmesi en az olacak şekilde bir tekerlek kullanmalıyız.”

K: "Bu sayede farklı malzemeler düşünürsek özgünlüğünü de sağlamış oluruz."

I: "Mevlana'nın eteğinden mi yola çıksak yoksa pervanenin üstüne Mevlana mı yerleştirsek?"

G: "Şimdi düşündüğümüzde hangisini yapabiliriz. Mevlana'nın etekleri o şekilde dönmeyi sağlar mı ki?"

K: "Bence işimizi şansa bırakmayalım pervane daha mantıklı geliyor bana."

Bu aşamanın ardından mühendislik tasarım sürecinin dördüncü basamağı olan en iyi çözümün seçilmesi aşamasına geçilmiştir. Öğretmen adaylarının grupça etkili çalışmaları bu süreçte de devam etmiştir. Belirledikleri başarı kriteri ve sınırlılıklara en iyi uyan çözüm önerisi olarak balonun içerisindeki hava ile giden araba yapmaya ve pervanenin üzerine Mevlana figürü yapma konusunda karar kılmışlardır. Daha sonra mühendislik tasarım sürecinin beşinci basamağı olan prototipin yapılması aşamasında ise öğretmen adayları karar verdikleri tasarımları yapmışlardır. Yapım aşamasında sürekli etkileşim içerisinde oldukları, birbirleri ile şakalaşarak, eğlenerek, fikirlerini, birbirlerine sunarak, tartışarak prototiplerini yaptıkları gözlemlenmiştir. Bu yüzden tasarım görevlerinde öğretmen adaylarının yapım aşamasında zorlanmadıkları görülmüştür.

K: "Şimdi arkadaşlar ben hem su şişesi kapağı, hem geçen hafta motorunu kule vincinde kullandığımız arabanın tekerleklerini hem de ceketimin düğmelerini kestim getirdim. Hangisini diyorsanız onunla yapalım."

İ: "Bence en iyisi düğme olur ama düğme iki delikli tam ortasından delik açmamız lazım ya da tekerlekleri birleştireceğimiz çubuğa yapıştırmamız lazım onu tutacak yapıştırıcımız yok..."

I: "O zaman su şişesinin kapaklarını yapalım."

G: "Bana da su şişesinin kapağı daha mantıklı geliyor. Şu an düğmeden sonra en az sürtünme kapakta olur diye düşünüyorum."

H: "Tamam haydi başlayalım o zaman..."

Mevlana figürünün yapım aşamasında geçen diyaloglar:

I: "Buharın çıkacağı çubuğu ben halledeyim. Sizce bu çubuğun boyu buhar çıkışını etkiler mi?"

G: "Bence etkiler biraz kısaltalım."

I: "Tamam ben onu kısaltayım sizde Mevlana figürünü yapın."

K: "Olur ama sen o çubuğu kutuya yerleştirirken etrafından buhar çıkışını engellemek için macun aldık onu unutma."

G: "Gençler o iş bende..."

İ: "Sen yapamazsan ver ben yaparım babaannem yapıyordu kendi penceresinin etrafını ben görmüştüm."

Öğretmen adaylarının prototiplerinin yapım aşamasında sürekli yardımlaşarak, birbirlerinin fikrini alarak çalıştıkları gözlemlenmiştir.

İ: *“Mevlana’ımızın kavuğunu yaparken dikkat etmeliyiz. Çok ağır olmasın dönüş hızını etkiler.”*

H: *“Keşke rüzgâr gücüyle dönseydi çok iyi dönerdi ama o buharla döner mi ki...”*

G: *“Döner, döner o kadar sıkıntıya gerek yok heyecan yapmayın gençler”*

K: *“Kollarını ne ile yapcaz? Kâğıtla mı yapalım? Çubukla mı yapsak?”*

G: *“Bence kollarını pipetle yapalım ellerinin birisi aşağıya diğeri yukarıya bakacak ya büküm yerlerini de kullanarak şekil veririz. Bakın arkadaşlar alternatif çözümler sunuyorum size”*

I: *“Ooo çok yaratıcısın gerçekten”*

K: *“Gerçekten çok güzel duruyor...”*

I: *“Evet, evet çok güzel oldu.”*

Öğretmen adayları başarılı bir şekilde diğer basamakları tamamladıktan sonra mühendislik tasarım sürecinin altıncı basamağı olan çözümü test etme ve değerlendirme aşamasına geçmişlerdir. Bu aşamada araba prototiplerini test etmişler ve 3 metre yolu 5 sn de almadığını görmüşlerdir. Özgünlük ve estetiklik başarı kriterine çok önem veren öğretmen adayları balonun rengini, kullandıkları pipetin rengini estetik görünmesi için aynı seçtiklerini belirtmişlerdir. Özgünlük başarı kriterinde ise özgün olması için tekerlek kısmına düğme kullanmak istediklerini beyan etmişler fakat yapıştırıcıyı unutmalarından dolayı olası çözüm olarak geliştirdikleri diğer bir alternatif olan su şişesi kapağını kullanmışlardır. Mevlana figürü prototiplerinde ise 10 saniyede 1 tur dönmesini sağlayamamışlardır. Fakat diğer başarı kriterleri olan buhar gücü ile dönme, özgün olma başarı kriterlerini ve ders sürecinde bitirme, bütçe sınırlılıklarına uygun bir Mevlana figürü prototipi yaptıkları görülmüştür. Öğretmen adayları daha sonraki aşama olan değerlendirme aşamasında ise hem kendilerini hem de süreci değerlendirmişlerdir.

H: *“Biz tasarım görevlerinin başından sonuna kadar birlikte karar veriyoruz. Karar verirken başarı kriterlerini ve sınırlılıkları mutlaka göz önünde bulunduruyoruz. Bu da hem daha fazla fikir sahibi olmamıza neden oluyor hem de daha çabuk hallediyoruz.”*

İ: *“Gerçekten çok doğru hocam. Mesela; biz arabanın tekerlek kısmında bayağı düşündük hemen karar veremedik tekerleğin sürtünmeden dolayı hızını etkileyeceğini biliyorduk ama malzemelerde biraz sıkıntı yaşadığımız için düğmede hem fikir olmamıza rağmen onu yapamadık.”*

G: “Hocam gerçekten elimizden geleni yapmaya çalışıyoruz dün arkadaşla 6 tane dükkân gezdik bizim için en kullanışlı malzemeleri bulmak için...”

I: “Mevlana figüründe kâğıttan yararlanacaktık daha sonra hafif olması için peçeteyi düşündük. Sonra arkadaşlarımdan birisi peçeteyi tek kat kullanalım dedi...”

Öğretmen adaylarının bu değerlendirmelerinin ardından mühendislik tasarım sürecinin yedinci basamağı olan çözümün sunulması aşamasına geçilmiştir. Bu aşamada öğretmen adayları yapmış oldukları prototiplerini ortamda bulunan öğretim üyesine, araştırmacıya, diğer gruplarda yer alan öğretmen adaylarına sunmuşlar ve prototiplerine yönelik eleştirileri not almışlardır. Bu sunumlardan sonra gruplardan gelen dönütleri ve test aşamasında tespit ettikleri eksiklikleri de dikkate alarak mühendislik tasarım sürecinin sekizinci basamağı olan yeniden tasarlama/revize etme aşamasına geçmişlerdir. Öğretmen adayları bu aşamada araba prototiplerinde tekerlek kısmında revizyona gitmişlerdir. Bu revizyon çalışmasında öğretmen adayları laboratuvarında bulunan STEM yapı setlerinin içerisinde bulunan tekerlekleri kullanmayı düşünerek bu doğrultuda çalışmalarını yürütmüşlerdir. Mevlana prototipinde ise kullandıkları kutunun büyük olmasından dolayı buharı daha geç dışarı verdiğini tartışmışlar ve bu konuda değişikliğe karar vermişlerdir. Buhar gücünü arttırmak için daha küçük ebatlarda kutu kullandıkları ve bu kutuda buharın dışarı çıkmasını sağlayan çubuğun kalınlığını değiştirdikleri görülmüştür. Öğretmen adayları bu revizyon çalışmalarından sonra prototiplerini tekrar test etmişlerdir. Nihai ürünü elde etmek amacıyla öğretmen adaylarının çok fazla uğraş verdikleri gözlemlenmiştir.

G: “Arabamızı revize ettik bu sayede daha özgün ve estetik oldu bence”

İ: “Hocam arabamız maalesef 3 metre gitmedi ama daha güzel oldu...”

I: “Hocam bizim semazenimiz nihai ürüne çok yaklaştı ama şu an zaman sıkıntısı yaşıyoruz.”

H: “Çok zoruma gidiyor şu an o kadar uğraştık ama...”

Öğretmen adaylarının yapmış oldukları revizyon çalışmaları sonucunda önceki prototiplerine oranla nihai üründe istenen başarı kriterlerini daha fazla karşıladığı saptanmıştır. Bu revizyon çalışmalarının ardından mühendislik tasarım sürecinin son basamağı olan kararın tamamlanması aşamasına geçilmiştir. Öğretmen adayları araba prototipinde ekleyecek bir şeylerinin olmadığını belirterek süreci tamamlamışlar, Mevlana prototipinde ise prototipi tekrar yapmak için yeterli ders zamanı olmadığını beyan ederek süreci sonlandırma kararı almışlardır. Bu şekilde sürecin sonlandığı

düşünülürken öğretmen adayları okulun kantininde Mevlana figürüne dair revizyon çalışmalarına devam ettirmişler ve araştırmacıyı çağırarak yapmış oldukları prototipi tekrardan test etmişlerdir. Bu revizyon aşamasında öğretmen adayları Mevlana figürünün alt kısmına yeni bir düzenek yaparak rahat şekilde dönmesi ve ayakta durmasını sağlamışlardır.

I: "Hocam biz bu prototip için çok uğraştık gerçekten istenen nihai ürünü yansıtmıyordu çok üzülürdüm."

H: "Hocam bakın, bakın 10 saniyede tam bir tur attı gördünüz mü?"

K: "Evet başardık arkadaşlar yaşasın..."

I: "Hocam kusura bakmayın sizi de rahatsız ettik ama göstermek istedik..."

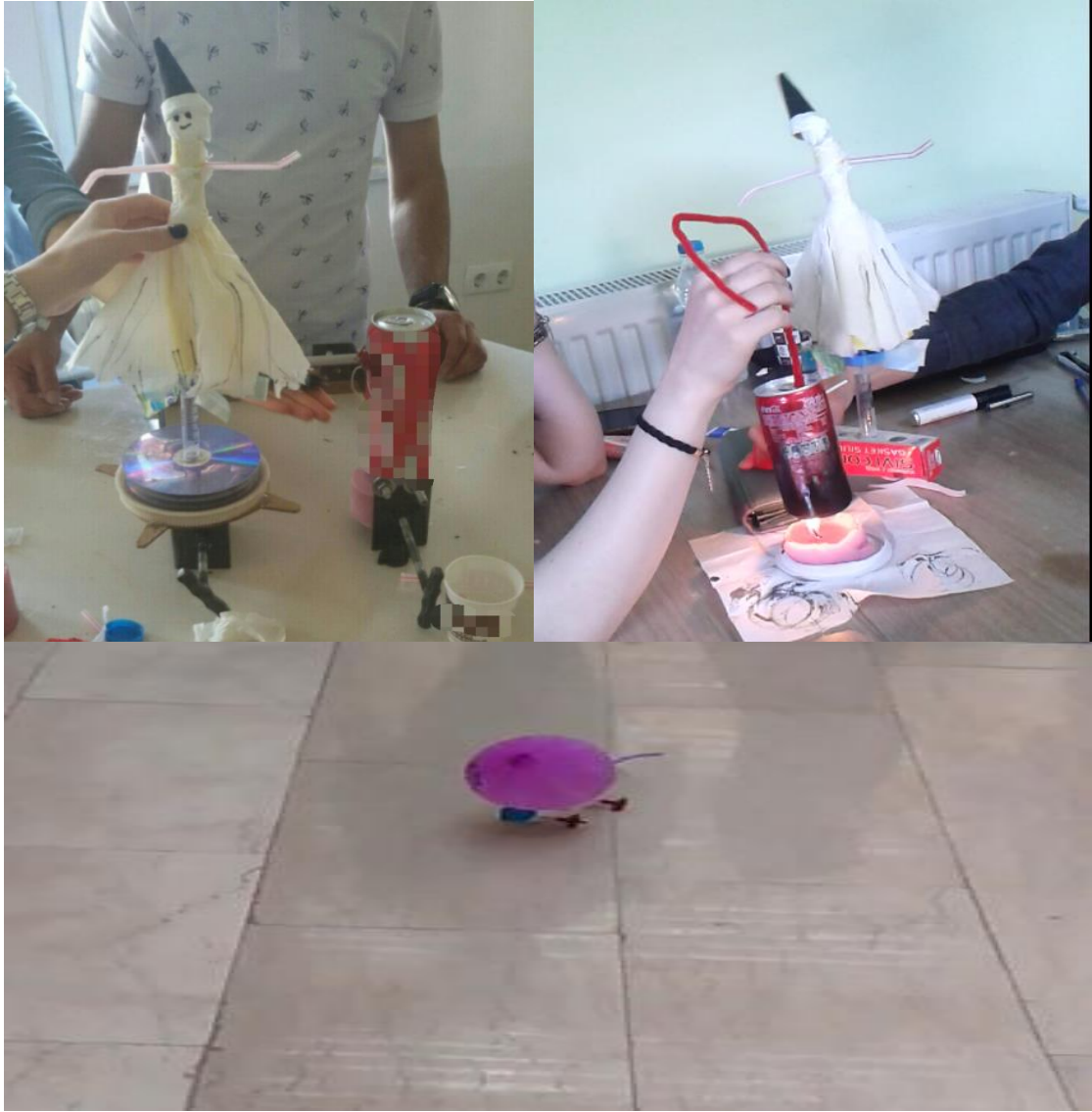
B grubunda yer alan öğretmen adaylarının son hafta tasarım görevinde sergiledikleri performanslara bakıldığında mühendislik tasarım süreci basamaklarını kullanma becerilerinde önceki haftalara oranla kayda değer bir farklılığın olduğu görülmektedir. Performanslarındaki bu değişimi öğretmen adayları da fark etmişlerdir. Bu konu ile ilgili olarak öğretmen adaylarından bir tanesi *"Artık bir yerde sorun yaşadığımız zaman daha kısa süre içerisinde çözüyoruz bu durumda bizi mutlu ediyor."* şeklinde açıklamada bulunmuştur.

Öğretmen adaylarının süreçten zevk aldıkları, eğlendikleri hem süreç içerisindeki diyaloglarından hem de sergilemiş oldukları davranışlardan açıkça anlaşılmaktadır. Çünkü süreçten zevk almayan, sıkılan bir öğrenci sürecin bir an önce sonlanmasını ister. Fakat burada öğretmen adaylarının sürecin sonlanmasına rağmen kantinde sürece devam etmeleri, bu süreci sadece ders saati ile sınırlamamaları, ders dışında gördükleri malzemeleri derste kullanabilir miyiz düşüncesi içerisinde olmaları motivasyonlarının çok yüksek olduğunu göstermektedir. Bu konudaki öğretmen adaylarının söylemleri de bu düşünceyi teyit etmektedir.

K: "Hocam gerçekten bu süreçte eğlenerek yapıyoruz. Yaptığımız prototiplerin işlevsel olması bizi çok mutlu ediyor."

H: "Hocam biz araba prototipinden sonra dışarıda pet şişesi gördüğümüzde aaa pet şişe aaa pet şişe dedik. Etiketleri dersten çıktıktan sonrada devam etti."

B grubunda yer alan öğretmen adaylarının dönemin sonunda yapmış oldukları nihai prototipler Şekil 3.6. de verilmiştir.



Şekil 3.6. Dönemin sonunda B grubunun nihai prototipleri

Araştırmanın bu bölümünde STEM eğitimi yaklaşımına göre hazırlanan ders planlarının sınıf öğretmeni adaylarının mühendislik tasarım süreci basamaklarını kullanma düzeylerine olan etkileri incelenmiştir. Bu incelemeler sonucunda bu sürecin öğretmen adaylarının 21.yüzyıl becerileri olarak ele alınan, günümüz bireylerinde olması beklenen ve önemle üzerinde durulan becerilerden; üretkenlik, eleştirel düşünme, işbirlikli çalışma, problem çözebilme, karar verebilme, hayat boyu öğrenme, öğrendiği bilgiyi transfer edebilme gibi becerilerin gelişimine katkı sağladığı görülmüştür. Bu becerilerin gelişmesi öğretmen adaylarının mühendislik tasarım sürecindeki performanslarını da olumlu yönde etkilemiştir. Dönemin başında bu sürece yabancı olmalarından dolayı kaynaklanan tedirginlikleri öğretmen adaylarının

özgüvenlerinde ve bilimsel bilgileri kullanma becerilerinde sorunlara neden olmuştur. Fakat öğretmen adayları yaşantı geçirdikçe, var olan becerilerini kullanmaya başladıkça, bu becerilerde gelişme göstermişler, bu becerileri ile de öğrendikleri bilimsel bilgileri entegre ettiklerinde istenen nihai ürünü daha iyi yansıtan prototipler yapmışlardır.

21.yy becerileri arasında yer alan üretkenlik, problem çözme, karar verme ve tartışma becerilerindeki olumlu gelişmeler öğretmen adaylarının daha fazla alternatif çözüm önerileri getirmelerine, sınırlılıklar ve başarı kriterlerini düşünerek karar vermelerine, bu kararları verme aşamasında tartışmalarına, fikirlerini beyan etmelerine, bu fikirleri değerlendirmelerine neden olmuştur. Buna benzer başka bir çalışmada ise Erdoğan ve Çiftçi (2017) yapmış oldukları araştırmalarında STEM eğitimi uygulamalarının öğrencilerin üretkenlik, tasarım, problem çözme, 21.yy becerilerinin gelişimine, öğrenmeyi kolaylaştırma ve kalıcılığı sağlama gibi konularda etkisinin olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Bu becerilerin gelişmesi sonucunda öğretmen adaylarının süreç ilerledikçe çözüm önerilerini, prototiplerini, diğer grupları değerlendirirken, kararlar verirken olaylara daha objektif ve eleştirel bakış açısıyla bakabildikleri görülmüştür. STEM eğitimi ve mühendislik tasarım süreci dâhilinde işlenen derslerde bu becerilerin gelişmesine neden olduğu bilinmektedir. Bu konuya dair yapılan bir araştırma Karışan ve Yurdakul (2017) STEM uygulamalarının fen, matematik, mühendislik ve 21.yy becerilerini geliştirdiğini ve öğrencilerin bu konularla ilgili olarak sürecin sonunda özgün mühendislik tasarım fikirleri geliştirdiklerini, süreci dikkat çekici bulduklarını ve devam etmek istediklerini belirtmişlerdir. Bununla ilgili alan yazın incelendiğinde de bu araştırmanın sonuçlarına benzer sonuçların elde edildiği görülmektedir (Denson, 2011; Roberts, 2012; Honey vd.,2014; Şahin vd., 2014; Aslan-Yolcu, 2014; Bozkurt, 2014; Abdullah vd., 2014; Hacıoğlu vd., 2016; Erdoğan vd., 2017; Yasak, 2017). Örneğin; Çorlu ve Aydın (2016) çalışmalarında STEM etkinliklerinin bireylerin karşılaşacakları problem çözme becerilerini ve psiko-motor becerilerini geliştirdiğini belirtirken, Pekbay (2017) çalışmasında ise STEM etkinliklerinin öğrencilerin günlük yaşamda karşılaşılabileceği problem durumları verilmiş ve sürecin sonucunda öğrencilerde günlük yaşam problemlerini çözme becerilerinde gelişmelerin olumlu yönde anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Elde edilen bulgular dâhilinde düşünüldüğünde süreçte gözlemlenen olumlu sonuçlar arasında öğretmen adaylarının öz-yeterliklerinde, başarısızlıklarla başa

çıkabilme, günlük hayatla ilişkilendirmeler yapma ve sorumluluk alabilme becerilerinde de gelişimlerin olduğu görülmüştür. Literatür incelendiğinde bu çalışma sonuçlarını yansıtan çalışmalara da rastlanmaktadır. Nitekim benzer bir çalışmada da Gökbayrak ve Karışan (2017) yaptıkları araştırmada STEM etkinlikleri konusunda öğrencilerin sorunlarla mücadele etmede azimli olduklarını, problem çözme becerilerinde gelişme olduğunu ve grup çalışmasının önemini kavrama noktasında öğrencilerde gelişmeler olduğu bulgusuna varmışlardır. Öğrencilerdeki bu gelişmeler bu çalışmanın sonuçlarıyla örtüşmektedir. Dönemin başında stres yaşamaları, yapamayız düşüncesine kapılmaları yapabilecekleri şeylerde dahi başarı gösterememelerine neden olurken ilerleyen süreçte yapabildiklerini ve yaptıkları ürünlerin işlevselliğini görmeleri onların kendilerine olan güvenlerini beraberinde getirmiştir. Öğretmen adaylarının başarısızlık yaşadıklarında da hemen pes etmedikleri bu başarısızlığı ortadan kaldırmak amacıyla hatalarının üzerine gittikleri ve daha fazla çaba harcadıkları görülmüştür. Çünkü öğretmen adaylarının piyasa araştırması yapmadan malzemeleri almamaları, inşaat alanına giderek mühendisten ve operatörden bilgi almaları, kule vincinde kullanacakları yapıştırıcı için, Mevlana figüründe kullanacakları metal çubuk için 5-6 tane dükkân gezmeleri bu düşünceyi desteklemektedir. Öğretmen adaylarının istenen nihai ürünü yansıtamadığını gördüklerinde dönemin başlarında süreci sonlandırmayı düşünürlerken dönem ilerledikçe bu aşamayı düşünmeden önce revizyon aşamasına hatta yapım aşamasına dönmeyi düşündükleri gözlemlenmiştir. Bu konuya dair alan yazın incelendiğinde başlayabilme, başarısızlık korkusunu yenebilme, başlanılan işi sürdürme çabası ve ısrarı içerisinde olma öğrencilerin akademik başarılarını da etkilediği sonuçlarının elde edildiği görülmektedir (Tümkiye vd., 2014; Uyulgan ve Akkuzu, 2017).

Bu araştırmada kullanılan Hynes vd., (2011) çalışmalarında geliştirdikleri dokuz basamakta ele aldıkları mühendislik tasarım sürecinde bireylerin sorun yaşadığı aşamada önceki aşamalara da dönebileceğini belirtmişlerdir. Zaten bu süreçte kullanılan mühendislik tasarım sürecinin seçilme nedenlerinden bir tanesi sürecin tek yönlü olmaması basamaklar arasında geçişe izin vermesidir. Öğretmen adaylarının bir dönemlik süreçte de ihtiyaç duyduklarında her bir basamağa tekrar döndükleri görülmüştür.

Öğretmen adaylarının bu süreçte sürekli etkileşim içerisinde olmaları, birbirlerinin fikirlerini önemsemeleri, bu fikirleri sürekli olarak tartışmaları, işbirliği içerisinde çalışmaları ve süreci okul ortamıyla sınırlandırmamaları da bu sürecin olumlu noktaları arasında gösterilebilir. Çünkü bu özellikler günümüzde yapılandırmacı eğitim ortamlarında bireylerinden beklenen özellikler arasında yer almaktadır (Capar ve Tarım, 2015; Sözer ve Oral 2016; Aslan-Tutak vd., 2017). Öğretmen adaylarının birbirlerinin fikirlerine saygılı olmaları, bu fikirleri önemsemeleri aralarında etkili bir iletişimin olmasına neden olurken sürecin de verimliliğini arttırmıştır. Bu birliktelik öğretmen adayları için sürecin daha eğlenceli, zevkli geçmesine ve derse yönelik motivasyonlarının yükselmesine neden olurken, istenilen tasarım görevi açısından kalitenin artmasına neden olmuştur. Benzer şekilde Yıldırım ve Selvi (2016) ve Yasak (2017), yapmış oldukları araştırma sonuçları da öğretmen adaylarının STEM eğitimi yaklaşımının gerçek dünya problemlerini çözmede, disiplinler arası entegrasyonu sağlamada, grup çalışmasında, fikir-alış verişinde etkili olduğu, dersin daha eğlenceli, pratik geçmesine neden olduğunu ve etkili ve kalıcı öğrenmeye katkı da bulunduğunu belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının bu süreçten zevk almaları, eğlenerek çalışmaları derse karşı olan tutumlarını da etkilemiş ve bu süreci ders dışına taşımalarına neden olmuştur. Alan yazın incelendiğinde de STEM eğitimi ve mühendislik tasarım sürecinin bu yeterlilikleri geliştirdiği diğer araştırma sonuçlarıyla da örtüşmektedir (Bozkurt, 2014; Yıldırım ve Altun, 2014; Gencer, 2015; Yamak ve ark., 2014; Yıldırım ve Selvi, 2017; Gökbayrak ve Karışan, 2017). Örneğin; Yıldırım ve Selvi (2017) çalışmalarında STEM uygulamalarının öğrencilerin derse karşı olan motivasyonlarında, kalıcı öğrenmelerinde olumlu etki yaptığı sonucuna ulaşmışlardır. Yapılan başka bir çalışmada ise Türkiye'deki öğrencilerin akademik başarıları üzerinde etkili olan faktörler araştırılmıştır. Bu araştırmanın sonuçları arasında motivasyon ve öz-yeterlik ilk iki sırada yer almıştır (Sarier, 2016).

Günümüzde bireylerden beklenen en önemli özelliklerden olan eleştirel düşünme ve öğrendiği bilgiyi gerçek yaşamda karşılaştığı durumlarda, bu ortamlarda karşılaştığı problemlere transfer edebilmesidir. Eleştirel düşünme becerisinden ve öğrendiği bilgiyi transfer edebilme becerisinden yoksun olan bireyler bilgiyi nerede, niçin, nasıl kullanacakları açısından ve bu bilgileri örgütleme açısından sorunlar yaşarlar (Elliott vd., 2001; Özdemir, 2005; Gürler ve Önder, 2014; Buyruk ve Korkmaz, 2016). Dönemin başında öğretmen adayları bu sorunları yaşarken, daha çok deneme-

yanılma düşüncesi çerçevesinde çalışırken dönemin ilerleyen aşamalarında öğrenmiş oldukları bilimsel bilgilerini kullanmaya başladıkları grup içerisindeki konuşmalarına ve grup çalışmalarına da yansıdığı görülmüştür. Benzer şekilde Eroğlu ve Bektaş (2016) yapmış oldukları çalışmalarının sonucunda elde ettikleri bulgularda yapılan araştırmayı destekler niteliktedir. Bu çalışmanın sonucunda da fen dersinde öğrendikleri bilgileri farklı alanlarla ilişkilendirdikleri, başka alanlarda kullanabildiklerini belirtmişlerdir.

Genel olarak düşünüldüğünde yapılan araştırmanın bulguları bu süreçte öğretmen adaylarının STEM eğitimi, mühendislik tasarım süreci hakkında gelişim gösterdiklerini, bilgi sahibi olduklarını ve kendilerini birçok alanda (sosyal, fiziksel, kültürel) geliştirdiği görülmüştür. Bu bağlamda düşünüldüğünde hizmet öncesi verilmiş bu eğitim hem öğretmen adaylarının meslek hayatında kendilerine hem de öğrencilerine önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir. Buna benzer bir çalışmada Bybee (2011) da hizmet öncesi eğitimin bireylerin iş hayatlarında rahat etmelerine ve sürece daha çabuk uyum sağlamalarına neden olacağını belirtmektedir. Başka bir çalışmada ise Yıldırım ve Türk (2018) STEM eğitimi uygulamalarının öğretmen adaylarının STEM eğitimine, teknolojiye ve mühendisliğe yönelik düşüncelerini olumlu yönde geliştirdiğini ayrıca bilgi ve becerilerini arttırdığını belirtmişlerdir. Bu konu ile ilgili alan yazın incelendiğinde de STEM eğitimi hakkında hizmet öncesi eğitim verilmesi gerekliliği üzerinde durulmaktadır (Çorlu vd., 2014; Tezel ve Yaman, 2017).

3.2. Mühendislik Algısına İlişkin Bulgular ve Tartışma

Bu bölümde araştırmanın ikinci alt problemi olan öğretmen adaylarının mühendislik algılarına Fen ve Teknoloji Laboratuvar Uygulamaları dersinin STEM Eğitimi ile yürütülmesinin etkisi incelenmiştir. Bu araştırma kapsamında geliştirilmiş olan mühendislik algı ölçeği öğretmen adaylarına ön test ve son test olarak uygulanmıştır. Öncelikle nicel veri kaynaklarıyla elde edilmiş olan verilerin normallik dağılımı incelenmiştir. Normallik analizleri için betimsel istatistikler, histogram ve kutu bıyık grafikleri incelenmiştir (Demir vd., 2016). Mühendislik Algı Ölçeği ve alt boyutları için ön test ve son test puan dağılımlarının normal olup olmadığına ortalama, mod, medyan, çarpıklık ve basıklık katsayıları dikkate alınarak karar verilmiştir (Büyüköztürk, 2016). Betimsel istatistikler Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Mühendislik algısı öntest-sontest puanları betimsel istatistikler

	Mühendislik Algısı Ölçeği (MAÖ)							
	Öntest	Özellik Öntest	Eğitim Öntest	İlişki Öntest	Sontest	Özellik Sontest	Eğitim Öntest	İlişki Öntest
N	24	24	24	24	24	24	24	24
Ortalama	55.75	22.70	17.00	16.04	60.45	25.08	18.08	17.29
Ortanca	58.00	23.00	18.00	16.50	60.00	25.00	18.00	17.50
Mod	58.00	25.00	18.00	16.00	60.00	24.00	19.00	18.00
Standart Sapma	6.54	3.14	2.26	2.17	4.59	2.10	1.55	1.85
Varyans	42.80	9.86	5.13	4.73	21.12	4.42	2.42	3.43
Çarpıklık katsayısı	-0.74	-0.25	-1.00	-0.69	-0.35	0.06	-0.97	-0.024
Basıklık katsayısı	-0.58	-0.88	0.26	0-.53	-0.71	-0.74	0.89	-0.93
Minimum Değer	43.00	17.00	12.00	12.00	51.00	21.00	14.00	14.00
Maksimum Değer	64.00	28.00	20.00	19.00	67.00	29.00	20.00	20.00

Çizelge 3.1 incelendiğinde Mühendislik Algı Ölçeğinin, ve alt boyutları olan Mühendislerin Özellikleri, Mühendislik Eğitimi, Mühendislik ve Teknoloji İlgisinin ortalama, mod ve medyan değerlerinin birbirlerine yakın olması ve çarpıklık-basıklık katsayılarının ± 1 aralığında olması nedeni ile verilerin normal dağılım gösterdiği söylenebilir. Bu doğrultuda ön-test ve son-test olarak uygulanan mühendislik algı ölçeğinden elde edilen verilerin parametrik testlerle değerlendirilmesine karar verilmiştir. Parametrik testlerden ise eşleştirilmiş gruplar t-testi kullanılarak öntest ve sontest puan ortalamaları karşılaştırılmıştır. Aynı grup üzerinde ard arda yapılan iki ölçüm sonucu (öntest-sontest) elde edilen puanların ortalamaları arasında istatistiksel olarak manidar (anlamlı) bir fark olup olmadığını belirlemek için yapılan parametrik test eşleştirilmiş gruplar t-testi veya ilişkili (bağımlı) örneklem t-testi olarak adlandırılır (Büyüköztürk, 2016). Ayrıca, istatistiksel anlamlılığın yanı sıra etki büyüklüğü de hesaplanmıştır. İlişkili örneklem için t-testinin etki büyüklüğü t değerinin, örneklem büyüklüğünün kareköküne bölünerek bulunmakta ve işaretinden bağımsız olarak değerlendirilmektedir (Green ve Salkind, 2005). Bu çerçevede yapılan analiz sonuçları Çizelge 3.2 ile sunulmuştur.

Çizelge 3.2. Mühendislik algısına dair öntest-sontest ölçümlerinin eşleştirilmiş gruplar t-testi ile karşılaştırılmasına yönelik bulgular

Ölçümler	n	\bar{X}	s.s.	sd	t	p
Öntest	24	55.75	6.54	23	4.589	0.000
Sontest	24	60.45	4.59			

Çizelge 3.2. de belirtildiği üzere sınıf öğretmeni adaylarının mühendislik algılarına yönelik ön test ve son test puan ortalamaları arasında, son test ölçümleri lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğu görülmektedir ($t_{(23)}=4.589$, $p < .05$). STEM eğitimi yaklaşımını kullanmanın sınıf öğretmeni adaylarının mühendislik algıları üzerindeki etkisinin araştırıldığı 24 kişilik sınıfta, hazırlanan ders planlarının uygulanmadan önceki mühendislik algı puanları ortalaması ($\bar{X}_{\text{öntest}} = 55,75$) ile uygulama sonrası mühendislik algı puanları ortalaması ($\bar{X}_{\text{sontest}} = 60,45$) arasında anlamlı farklılığın olduğu ifade edilebilir. Hesaplanan etki büyüklüğü ($d=0,93$) bu farkın önemli (yüksek) düzeyde olduğunu göstermektedir. Bu doğrultuda düşünüldüğünde STEM eğitimi yaklaşımı dâhilinde hazırlanan ders planlarının Fen ve Teknoloji Laboratuvar Uygulamaları dersinde uygulanması sınıf öğretmeni adaylarının mühendislik algılarının olumlu yönde artmasında etkili olduğu görülmektedir.

Mühendislik algısı ölçeğinin alt boyutlarından birisi olan “Mühendislerin Özellikleri” isimli alt boyutu için gerçekleştirilmiş olan analiz sonuçları Çizelge 3.3. de sunulmuştur.

Çizelge 3.3. Mühendislik algısının mühendislerin özellikleri alt boyutuna dair öntest-sontest ölçümlerinin eşleştirilmiş gruplar t-testi ile karşılaştırılmasına yönelik bulgular

Ölçümler	n	\bar{X}	s.s.	sd	t	p
Öntest	24	22.70	3.14	23	3.930	0.001
Sontest	24	25.08	2.10			

Çizelge. 3.3. de belirtildiği üzere sınıf öğretmeni adaylarının mühendislik algılarının Mühendislerin Özellikleri alt boyutuna yönelik ön test ve son test puan

ortalamları arasında, son test ölçümleri lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğu görülmektedir ($t_{(23)}=3,930$, $p < 0.05$). STEM eğitimi yaklaşımını kullanmanın sınıf öğretmeni adaylarının mühendislik özellikleri üzerindeki etkisinin araştırıldığı 24 kişilik sınıfta, hazırlanan ders planlarının uygulanmadan önceki mühendislik özellikleri ortalaması ($\bar{X}_{\text{öntest}} = 22.70$) ile uygulama sonrası mühendislik özellikleri puanları ortalaması ($\bar{X}_{\text{sontest}} = 25.08$) arasında anlamlı fark olduğu ifade edilebilir. Hesaplanan etki büyüklüğü ($d=0.80$) bu farkın önemli (yüksek) düzeyde olduğunu göstermektedir. Bu doğrultuda düşünüldüğünde STEM eğitimi yaklaşımını dâhilinde hazırlanan ders planlarının Fen ve Teknoloji Laboratuvar Uygulamaları dersinde uygulanması sınıf öğretmeni adaylarının mühendislik algılarının olumlu yönde artmasında etkili olduğu görülmektedir.

Mühendislik algısı ölçeğinin alt boyutlarından bir diğeri olan “Mühendislik Eğitimi” isimli alt boyutu için gerçekleştirilmiş olan analiz sonuçları Çizelge 3.4. de sunulmuştur.

Çizelge 3.4. Mühendislik algısının mühendislik eğitimi alt boyutuna dair öntest-sontest ölçümlerinin eşleştirilmiş gruplar t-testi ile karşılaştırılmasına yönelik bulgular

Ölçümler	n	\bar{X}	s.s.	sd	t	p
Öntest	24	17.00	1.55	23	2.306	0.030
Sontest	24	18.08	2.26			

Çizelge. 3.4. de belirtildiği üzere sınıf öğretmeni adaylarının mühendislik algılarının Mühendislik Eğitimi alt boyutuna yönelik ön test ve son test puan ortalamaları arasında, son test ölçümleri lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğu görülmektedir ($t_{(23)}=2.306$, $p < 0.05$). STEM eğitimi yaklaşımını kullanmanın sınıf öğretmeni adaylarının mühendislik eğitimi üzerindeki etkisinin araştırıldığı 24 kişilik sınıfta, hazırlanan ders planlarının uygulanmadan önceki mühendislik eğitimi ortalaması ($\bar{X}_{\text{öntest}} = 17.00$) ile uygulama sonrası mühendislik algı puanları ortalaması ($\bar{X}_{\text{sontest}} = 18.08$) arasında anlamlı fark olduğu ifade edilebilir. Hesaplanan etki büyüklüğü ($d=0.47$) bu farkın orta düzeyde olduğunu göstermektedir. Bu doğrultuda düşünüldüğünde STEM eğitimi yaklaşımını dâhilinde hazırlanan ders planlarının Fen ve

Teknoloji Laboratuvar Uygulamaları dersinde uygulanması sınıf öğretmeni adaylarının mühendislik algılarının olumlu yönde artmasında etkili olduğu görülmektedir.

Mühendislik algı ölçeğinin son alt boyutu olan “Mühendislik ve Teknoloji İlişkisi” isimli alt boyutu için gerçekleştirilmiş olan analiz sonuçları Çizelge 3.5’de sunulmuştur.

Çizelge 3.5. Mühendislik algısının mühendislik ve teknoloji ilişkisi alt boyutuna dair öntest-sontest ölçümlerinin eşleştirilmiş gruplar t-testi ile karşılaştırılmasına yönelik bulgular

Ölçümler	n	\bar{X}	s.s.	sd	t	p
Öntest	24	16.04	2.17	23	2.901	0.008
Sontest	24	17.29	1.85			

Çizelge 3.5. de belirtildiği üzere sınıf öğretmeni adaylarının mühendislik algılarının Mühendislik ve Teknoloji İlişkisi alt boyutuna yönelik ön test ve son test puan ortalamaları arasında, son test ölçümleri lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğu görülmektedir ($t_{(23)}=2.901$, $p < .05$). STEM eğitimi yaklaşımını kullanmanın sınıf öğretmeni adaylarının mühendislik ve teknoloji ilişkisi üzerindeki etkisinin araştırıldığı 24 kişilik sınıfta, hazırlanan ders planlarının uygulanmadan önceki mühendislik ve teknoloji ilişkisi ortalaması ($\bar{X}_{\text{Öntest}} = 16.04$) ile uygulama sonrası mühendislik ve teknoloji ilişkisi puanları ortalaması ($\bar{X}_{\text{Sontest}} = 17.29$) arasında anlamlı fark olduğu ifade edilebilir. Hesaplanan etki büyüklüğü ($d=0.59$) bu farkın önemli (yüksek) düzeyde olduğunu göstermektedir. Bu doğrultuda düşünüldüğünde STEM eğitimi yaklaşımı dâhilinde hazırlanan ders planlarının Fen ve Teknoloji Laboratuvar Uygulamaları dersinde uygulanması sınıf öğretmeni adaylarının mühendislik algılarının olumlu yönde artmasında etkili olduğu görülmektedir.

Yapılan bu çalışmada öntest-sontest sonuçları genel anlamda düşünüldüğünde öğretmen adaylarının süreç içerisinde mühendislik algılarında olumlu yönde değişim olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Mühendislik algısının alt boyutlarının her üçü içinde son test ölçümleri lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğu görülmektedir. STEM eğitimi neticesinde öğretmen adaylarının mühendislerin özellikleri hakkındaki algılarında farklılık olduğu nitel ve nicel çalışma verilerine yansımıştır. Mühendislik algı ölçeğinin alt boyutu olan “Mühendislerin Özellikleri” ön test ve son test

ölçümlerinde son test lehine anlamlı derecede farklılık olduğu tespit edilmiştir. Mühendislik hakkında dönemin başında öğretmen adaylarının yetersiz bilgiye ve mühendislerin özelliklerine dair yanlış algıya sahip oldukları araştırmacı ile aralarında geçen diyaloglara yansımıştır. *“Mühendislik denildiği zaman benim aklıma ilk olarak inşaat mühendisleri geliyordu. Şimdi ise bu konuda birçok bilgi verebilirim.”* Başka bir öğretmen adayı ise bu konu ile ilgili olarak *“Yaptığımız prototiplerde matematik ve fen tamam. İş mühendisliğe gelince iş bitiyor. Çünkü mühendisliğe dair bir fikrim yok.”* şeklinde açıklamalarda bulunmuştur. Fakat süreç ilerledikçe öğretmen adaylarının, STEM etkinliklerinde bir mühendis gibi dönem boyunca çalışmaları, gerçek yaşantı geçirmeleri onların fikirlerinde değişikliklere sebep olduğu anlaşılmaktadır. *“Ben başlangıçta mühendisler konusunda aldılar...,yaptılar.... gibi görüyordum. Ama meğerse bu işin mutfak kısmı varmış. Araştırma, problem durumuna alternatif çözüm önerisi getirme gibi kısımların olduğunu gördüm.”* Konu ile ilgili başka bir öğretmen adayı ise *“Toplum olarak mühendislik ulaşılamaz bir meslek olarak görülüyor. Yani sadece sayısal bilgi ve becerisi olanların falan yapabileceği bir meslek olarak görülüyor. Ama biz burada mühendislik yeteneklerimizi geliştirdiğimizi düşünüyorum. Problem çözümü üretmede buna alternatif çözüm önerileri getirmede kendimin ilerleme gösterdiğini düşünüyorum.”* Öğretmen adayının etkinlikler sayesinde mühendisliğin özelliklerini kavradığını, mühendislerin sahip olması gereken özelliklerini yaşantıları sebebi ile kazandıklarını görmekteyiz.

STEM etkinliklerinin mühendislik tasarım süreci dâhilinde verilmesinin öğretmen adayları için getirmiş olduğu başka bir avantaj ise, kısıtlı malzeme, sınırlılıklar ve başarı kriterleri çerçevesinde karşılaştıkları problemlere çözüm getirebilme becerilerinin gelişmesine katkı sağlamasıdır. Araştırmacı grupları dolaşırken bir öğretmen adayı ile aralarında geçen diyaloga da bu durum yansımıştır. *“Hocam biz ilk hafta köprü yapmıştık alternatif çözümler getiremedik. Ama şimdi öyle değiliz. Mesela kule vincimizin ucunda kullanmak için kanca almıştık kaybetmişiz. Hemen grup olarak bakır telden olabilir, zımba telinden olabilir, ataçtan olabilir, çividen olabilir diye düşündük...”* burada öğretmen adaylarının problem çözme yeteneklerinin geliştiği ve problemi çözmek adına birçok alternatif önerisi getirebildikleri ayrıca çevrelerinde var olan araç-gereçleri kullanarak gerçekçi çözüm önerileri ürettikleri görülmektedir. Ayrıca bu durum öğretmen adaylarının problemlere farklı bakış açıları geliştirmelerini ve üretkenliklerinin ve eleştirel düşüncelerinin

gelişmesine de katkı sağladığının bir göstergesidir Bu özellikler günümüz bireylerinden beklenen ve kazandırılmak istenen 21. Yüzyıl beceriler arasında yer almaktadır. . Bu bağlamda düşünüldüğünde STEM etkinliklerinin öğrencilerin mühendislik özellikleri hakkında olumlu katkı sağladığı görülmektedir.

Mühendislik algı ölçeğinin bir diğer alt boyutu olan mühendislik eğitimi ile ilgili olarak yapılan analiz sonuçlarına bakıldığında mühendislerin özellikleri gibi öğretmen adaylarının algılarında son test lehine bir farkın olduğu ve bu farkın anlamlı düzeyde olduğu görülmektedir. Mühendislerin eğitimi konusunda öğretmen adaylarının söylemleri de nicel boyuttan elde edilen sonuçları destekler niteliktedir. Öğretmen adaylarının bu konu hakkında genel olarak üniversite eğitimlerine başlamadan önce mühendislik eğitime dair yeterli bilgiye sahip olmadıklarını, bu yüzden üniversite tercihlerinde mühendislik eğitimini düşünmediklerini belirtmişlerdir. *“Ben üniversite tercihlerimde hiçbir mühendisliğe yer vermemiştim. Çünkü eşit ağırlık öğrencisiydim ve sayısal bilgisi olan kişilerin tıp, mühendislik okuması gerektiğini düşünüyordum. Ama şimdi mühendislik tasarım süreçlerine baktığımda bana çok şey kattığını düşünüyorum. Ben inanyorum ki hayatımın ilerleyen kısımlarında bir problemle karşılaştığımda bu aşamaları uygulayım. Şuan ki düşüncem olmuş olsaydı mühendislik alanlarını tercih ederdim.”* Bu çalışmanın önemli sonuçlarından bir tanesi de öğretmen adaylarının STEM etkinlikleri çerçevesinde geçirdikleri yaşantılar ve kazandıkları mühendislik süreç becerileri sonrasında mühendislik mesleğine yönelik olumlu tutum geliştirmeleridir. Öğretmen adaylarının mühendislik mesleğinin özelliklerini, çalışma prensiplerini anlamaları ve önemini kavramaları sebebi ile mühendislik mesleğine yönelik eğitimlerin erken yaşlardan itibaren öğrencilere verilmesi gerekliliği üzerinde durmaktadırlar. *“Hocam bence mühendislik eğitimi küçük yaşlardan itibaren verilmeli diye düşünüyorum. Çünkü ben kendimi düşündüğümde tercihlerim aşamasında çevrenin etkisinde kaldım. Mühendislik hakkında yeterli bilgiye sahip olmuş olsaydım mühendislik mesleğini tercih ederdim.”* Bu konu ile ilgili olarak başka bir öğretmen adayı ise *“Kadınlar toplum tarafından narin ve hassas görüldüğü için meslekler ona göre şekilleniyor. Bu yüzden kadınların mühendislik alanlarına ilgisi olsa bile bu algı engelliyor.”* Öğretmen adaylarının bu görüşlerinin mühendislik eğitimi ve mühendislik algısı ile ilgili olan alan yazınla benzerlik gösterdiği görülmektedir. Çünkü konu ile ilgili alan yazın incelendiğinde mühendislik eğitiminin erken yaşlardan itibaren verilmesi gerekliliği ve sosyal çevrenin alan tercihlerinde etkili olduğu araştırma

sonuçlarına yansımıştır (Ünlü ve Dökme, 2017; Gündüz ve Tarhan, 2017). Örneğin; Mutlu ve Korkut-Owen (2017) yapmış oldukları çalışmalarında STEM alanlarında çalışan kadınlar tercih süreçlerinde toplumsal cinsiyet rollerine dair algıların karşılımlarına çıktığını hatta insanların bunu kültürel değerler olarak düşündüklerini ifade etmişlerdir. Bazı kadınlar bazı durumlarda bunu aşabilmek için çok fazla çaba gösterdiklerini bazı durumlarda ise bu engele takıldıklarını, aşamadıklarını belirtmişlerdir. Buna benzer başka bir çalışmada ise Ünlü ve Dökme (2017) ise üstün yetenekli ortaokul öğrencileriyle yapmış oldukları çalışmalarında öğrencilerin mühendislik mesleğine dair yanlış algılarının olduğunu tespit etmişlerdir. Öğrenciler mühendislerin inşaat alanında çalıştığını, kurulum ve tamir yaptıklarını, sürekli laboratuvar ortamında çalıştıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca çalışma kapsamında 72 öğrenciden 56 tanesi erkek mühendis çizmiştir. Bu bağlamda düşünüldüğünde sınıf öğretmeni adaylarının önemli konularda farkındalık sağladıkları görülmektedir.

Mühendislik algı ölçeğinin son boyutu olan mühendislik teknoloji ilişkisi hakkında öğretmen adaylarının diğer boyutlarda olduğu gibi ortalamalar arasında son test lehine farkın olduğu ve bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu alt boyuttan elde edilen sonuçlar araştırmanın nitel bulguları tarafından da desteklendiği görülmektedir. Bu konu ile ilgili olarak öğretmen adaylarının süreç içerisinde konu ile ilgili düşüncelerinin geliştiğinin, bu konuda STEM etkinliklerinin katkısının ve bu konuda bilgi sahibi olmalarının etkisi olduğu görülmektedir. *“Aslında biz teknoloji denildiğinde sadece elektronik ürünleri düşünüyorduk. STEM etkinliği sonucunda elde ettiğimiz ürünün teknoloji olduğunu bu süreçte öğrendik.”* başka bir öğretmen adayı ise konu ile ilgili olarak *“İlk haftalarda bize verilen tasarım görevlerinde kullandığınız teknolojik ürünler sorulmuştu. Biz orada teknolojik ürün kullanmadık demiştik. Aslında sonradan anladık ki makas, bant, kâğıtlar falan hep teknolojik ürünmüş.”* Bu konuda başka bir öğretmen adayının ise *“Hocam biz artık STEM’deki ‘T’ nin iki anlamı olduğunu öğrendik. Birincisi eğitimin kalitesini arttırmak amacıyla kullanılmakta diğeri ise tasarımlarımız sonucunda ortaya çıkan ürünlerdir.”* Öğretmen adaylarının bu söylemleri aslında teknolojinin STEM eğitimi için hem gereklilik hem de oluşan ürünün teknoloji olarak algılanması konusunda düşüncelerinin olumlu yönde gelişme gösterdiğini göstermektedir. Alan yazın incelendiğinde öğretmen adaylarının bu konudaki düşüncelerinin alan yazınla benzerlik gösterdiği görülmektedir. Öğretmen adaylarının bu düşüncelerine araştırma sonuçlarına

paralellik gösteren bir çalışmada Yıldırım ve Türk (2018) yaptıkları çalışmalarında sınıf öğretmeni adaylarının STEM uygulamaları sonrasında teknolojinin sadece teknolojik ürün olmadığını, aynı zamanda bir süreç olduğunu, eğitimin kalitesini arttırdığını belirtmişlerdir.

Mühendislik algı ölçeğinden elde edilen veriler ve nitel çalışmadan elde edilen veriler birbirini destekler niteliktedirler. Hem mühendislik algı ölçeği sonuçları hem de süreç sonunda öğretmen adaylarının beyanları öğretmen adaylarının dönem sonunda mühendisler hakkındaki düşüncelerinin değişim gösterdiğini mühendislik mesleğine daha olumlu baktıklarını kariyer olarak mühendislik mesleğinin tercih edilebileceğini düşündüklerini göstermektedir. Alan yazın incelendiğinde bu konu kapsamında yapılan çalışma sonuçları da bu çalışmanın sonucunu destekler nitelikte olduğu görülmektedir (Hammack, 2015; Gülhan ve Şahin 2016; Gökbayrak ve Karışan 2016; Şahin ve Keser, 2016; Yıldırım, 2016; Akaygun ve Tutak, 2016). Örneğin; STEM eğitiminin bireylerdeki mühendislik algısına etkisinin incelendiği bir çalışmada Gülhan ve Şahin (2016) yapmış oldukları çalışmada STEM etkinlikleri sonucunda öğrencilerin mühendislik algılarını belirleyebilmek amacıyla çizimler yaptırmışlardır. Bu araştırma sonucunda STEM etkinliklerinin öğrencilerin mühendislik algılarının olumlu yönde geliştirdiği ve ileride kariyer olarak düşünmeye başladıkları sonucuna ulaşmışlardır. Buna benzer başka bir çalışmada Gökbayrak ve Karışan (2017) tarafından yapılmıştır. Bu çalışma sonucunda da öğrenciler STEM etkinliklerinden sonra kariyer olarak mühendislik alanlarında kendilerini geliştirmek istediklerini belirtmişlerdir.

3.3. Teknoloji Algısına İlişkin Bulgular ve Tartışma

Bu bölümde ise araştırmanın üçüncü alt problemi olan öğretmen adaylarının teknoloji algılarına Fen ve Teknoloji Laboratuvar Uygulamaları dersinin STEM Eğitimi ile yürütülmesinin etkisi incelenmiştir. Öğretmen adaylarının teknoloji algılarının bu süreçte değerlendirilmesi amacıyla teknoloji algı ölçeği öntest-sontest olarak uygulanmıştır. Öncelikle nicel veri kaynaklarıyla elde edilmiş olan verilerin normallik dağılımı incelenmiştir. Normallik analizleri için betimsel istatistikler, histogram ve kutu bıyık grafikleri incelenmiştir (Demir, 2016). Teknoloji Algı Ölçeği ve alt boyutları için ön test ve son test puan dağılımlarının normal olup olmadığına ortalama, mod, medyan, çarpıklık ve basıklık katsayıları dikkate alınarak karar verilmiştir (Büyüköztürk, 2016). Teknoloji algısı ölçeğine dair betimsel istatistikler Çizelge 3.6'da verilmiştir

Çizelge 3.6.Teknoloji algısı öntest-sontest puanları betimsel istatistikler

	Teknoloji Algısı Ölçeği (TAÖ)					
	Öntest	Eğitime Etki Öntest	Lisans Etki Öntest	Sontest	Eğitime Etki Sontest	Lisans Etki Sontest
N	24	24	24	24	24	24
Ortalama	98.83	57.91	40.91	108.29	64.91	43.37
Ortanca	101.0	60.5	41.0	110.0	66.5	42.5
Mod	100.0	58.0	37.0	110.0	60.0	42.0
Standart S.	15.6	11.2	7.5	8.7	5.7	4.4
Varyans	243.4	125.8	56.6	76.3	33.0	19.8
Çarpıklık k	-1.26	-0.99	-0.62	0.02	-0.43	0.65
Basıklık k.	3.08	0.73	1.12	-0.11	-0.50	1.00
Min. Değ.	50.00	29.00	21.00	92.00	53.00	35.00
Maks. Değ.	124.00	74.00	53.00	128.00	75.00	54.00

Çizelge 3.6. incelendiğinde Teknoloji Algısı Ölçeği öntest toplam puanı için çarpıklık-basıklık katsayılarının ± 1 Aralığında olmaması nedeni ile verilerin normal dağılım göstermediği söylenebilir. Benzer şekilde Teknolojinin Lisans Programına Etkisi puanı için dağılımın normal olmadığı ifade edilebilir. Bu doğrultuda ön-test ve son-test olarak uygulanan Teknoloji algı ölçeği ve Teknolojinin Lisans Programına Etkisi alt boyutu için elde edilen verilerin parametrik olmayan testlerle değerlendirilmesine karar verilmiştir. Eğitimde Teknolojinin Olumlu Etkisine İnanç alt boyutu için ise hesaplanan betimsel istatistikler incelendiğinde dağılımın normal olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu nedenle parametrik testlerden eşleştirilmiş gruplar t-testi kullanılarak öntest ve sontest puan ortalamaları karşılaştırılmıştır. Aynı grup üzerinde ard arda yapılan iki ölçüm sonucu (öntest-sontest) elde edilen puanların ortalamaları arasında istatistiksel olarak manidar (anlamlı) bir fark olup olmadığını belirlemek için yapılan parametrik test eşleştirilmiş gruplar t-testi veya ilişkili (bağımlı) örneklem t-testi olarak adlandırılır (Büyüköztürk, 2016). Dağılımdaki anormallikler nedeni ile ilişkili (bağımlı) örneklem t-testinin bu koşulunun sağlanmaması sonucunda parametrik olmayan bir karşılaştırma testi olan Wilcoxon İşaretli Sıralar testi ile iki farklı ölçüm (öntest-sontest) arasında fark olup olmadığı incelenmiştir. Ayrıca, istatistiksel

anlamlılığın yanı sıra etki büyüklüğü de hesaplanmıştır. İlişkili örneklem için t-testinin etki büyüklüğü t değerinin, Wilcoxon İşaretli Sıralar testinin etki büyüklüğü ise z değerinin örneklem büyüklüğünün kareköküne bölünmesi ile bulunmakta ve işaretinden bağımsız olarak değerlendirilmektedir (Green ve Salkind, 2005). Gerçekleştirilmiş olan analiz sonuçları Çizelge 3.7’de sunulmuştur.

Çizelge 3.7. Teknoloji algısına dair öntest-sontest Wilcoxon İşaretli Sıralar testi ile karşılaştırılmasına yönelik bulgular

Sontest-Öntest	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Negatif Sıra	17	14.12	240.00	-2.57*	0.01
Pozitif Sıra	7	8.57	60.00		
Fark Olmayan	0				

*Pozitif sıralar temeline dayalı

Çizelge 3.7. de belirtildiği üzere sınıf öğretmeni adaylarının teknoloji algılarına yönelik ön test ve son test puanlarının sıra ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğu görülmektedir ($z=-2.57$, $p<0.05$). Fark puanlarının sıra ortalaması ve toplamları incelendiğinde gözlenen bu farkın son test puanları lehine olduğu sonucuna ulaşılmıştır. STEM eğitimi yaklaşımını kullanmanın sınıf öğretmeni adaylarının teknoloji algıları üzerindeki etkisinin araştırıldığı 24 kişilik sınıfta, hazırlanan ders planlarının uygulanmadan önceki teknoloji algıları ortalaması ($\bar{X}_{\text{öntest}} = 99.83$) ile uygulama sonrası teknoloji algıları ortalaması ($\bar{X}_{\text{sontest}} = 108.29$) arasında anlamlı fark olduğu ifade edilebilir. Hesaplanan etki büyüklüğü ($d=0.52$) bu farkın önemli (yüksek) düzeyde olduğunu göstermektedir. Bu doğrultuda düşünüldüğünde STEM eğitimi yaklaşımı dâhilinde hazırlanan ders planlarının Fen ve Teknoloji Laboratuvar Uygulamaları dersinde uygulanması sınıf öğretmeni adaylarının teknoloji algılarının olumlu yönde artmasında etkili olduğu görülmektedir.

Teknoloji algı ölçeğinin “Eğitimde Teknolojinin Olumlu Etkisine İnanç” isimli alt boyutu için gerçekleştirilmiş olan analiz sonuçları Çizelge 3.8’de sunulmuştur.

Çizelge 3.8. Teknoloji algısının eğitimde teknolojinin olumlu etkisine inanç alt boyutuna dair öntest-sontest ölçümlerinin eşleştirilmiş gruplar t-testi ile karşılaştırılmasına yönelik bulgular

Ölçümler	n	\bar{X}	s.s.	sd	t	p
Öntest	24	57.91	11.21	23	2.962	0.007
Sontest	24	64.91	5.74			

Çizelge 3.8. de belirtildiği üzere sınıf öğretmeni adaylarının teknoloji algısının “Eğitimde Teknolojinin Olumlu Etkisine İnanç” alt boyutuna yönelik ön test ve son test puan ortalamaları arasında, son test ölçümleri lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğu görülmektedir ($t_{(23)}=2.962$, $p < 0.05$). STEM eğitimi yaklaşımını kullanmanın sınıf öğretmeni adaylarının “Eğitimde Teknolojinin Olumlu Etkisine İnanç” üzerindeki etkisinin araştırıldığı 24 kişilik sınıfta, hazırlanan ders planlarının uygulanmadan önceki Eğitimde Teknolojinin Olumlu Etkisine İnanç ($\bar{X}_{\text{öntest}} = 57.91$) ile uygulama sonrası Eğitimde Teknolojinin Olumlu Etkisine İnanç ortalaması ($\bar{X}_{\text{sontest}} = 64.91$) arasında anlamlı fark olduğu ifade edilebilir. Hesaplanan etki büyüklüğü ($d=0.60$) bu farkın önemli (yüksek) düzeyde olduğunu göstermektedir. Bu doğrultuda düşünüldüğünde STEM eğitimi yaklaşımını dâhilinde hazırlanan ders planlarının Fen ve Teknoloji Laboratuvar Uygulamaları dersinde uygulanması sınıf öğretmeni adaylarının teknoloji algılarının olumlu yönde artmasında etkili olduğu görülmektedir.

Teknoloji algısının “Teknolojinin Lisans Programına Etkisi” alt boyutu için gerçekleştirilmiş olan analiz sonuçları Çizelge 3.9’de sunulmuştur.

Çizelge 3.9. Teknoloji algısının teknolojinin lisans programına etkisi alt boyutuna dair öntest-sontest Wilcoxon İşaretli Sıralar testi ile karşılaştırılmasına yönelik bulgular

Sontest-Öntest	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Negatif Sıra	15	11.90	178.50	-1.23*	0.21
Pozitif Sıra	8	12.19	97.50		
Fark Olmayan	1				

*Pozitif sıralar temeline dayalı

Çizelge 3.9. de belirtildiği üzere sınıf öğretmeni adaylarının Teknolojinin Lisans Programına Etkisi alt boyutuna yönelik ön test ve son test puanlarının sıra ortalamaları

arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığı görülmektedir ($z=-1.23$, $p>0.05$). STEM eğitimi yaklaşımını kullanmanın sınıf öğretmeni adaylarının Teknolojinin Lisans Programına Etkisi üzerindeki etkisinin araştırıldığı 24 kişilik sınıfta, hazırlanan ders planlarının uygulanmadan önceki Teknolojinin Lisans Programına Etkisi alt boyutu ortalaması ($\bar{X}_{\text{öntest}} = 99.83$) ile uygulama sonrası Teknolojinin Lisans Programına Etkisi alt boyutu ortalaması ($\bar{X}_{\text{sontest}} = 108.29$) arasında anlamlı fark olmadığı ifade edilebilir. Bu doğrultuda düşünüldüğünde STEM eğitimi yaklaşımı dâhilinde hazırlanan ders planlarının Fen ve Teknoloji Laboratuvar Uygulamaları dersinde uygulanması sınıf öğretmeni adaylarının teknoloji algılarının olumlu yönde artmasında etkili olduğu görülmektedir.

Yapılan çalışmada teknoloji algısı ölçeğinden elde edilen öntest-sontest sonuçları incelendiğinde öğretmen adaylarının süreç içerisinde geçirmiş oldukları yaşantılarının teknoloji algılarını olumlu yönde değişikliğe uğrattığı sonucu elde edilmişti. Bu sonuçlar literatür ile benzerlik göstermektedir. Teknoloji algısı ölçeğinin alt boyutlarından birisi olan “Eğitimde Teknolojinin Olumlu Etkisine İnanç” isimli alt boyutun istatistiksel analizleri incelendiğinde ortalamalar arasında son test lehine farkın ortaya çıktığı aynı zamanda bu farkın istatistiksel olarak da anlamlı olduğu görülmektedir. Nicel verilerle elde edilen verileri araştırmanın nitel boyutundan elde edilen verilerinde desteklediği görülmektedir. Araştırmanın nitel boyutunda öğretmen adayları eğitimde teknoloji kullanımının olumlu etki yaptığını, teknolojiyi doğru bir şekilde kullanabildiklerinde çalışmalarına etki ettiğini, eğitim sisteminin kalitesini arttırabileceğine dair görüşlerinin olduğunu belirtmişlerdir. Bu konu dâhilinde öğretmen adayları *“İlk başlarda araştırma yaparken daha çok zorlanıyorduk. Artık bu konuda eskisi kadar zorlanmıyoruz. Çünkü önceden neyi araştıracağımıza karar veriyor ve çalışmalarımızı ona göre şekillendiriyoruz.”* teknolojiyi kullanma konusunda kendilerini geliştirdikleri düşüncesi görülürken, başka bir öğretmen adayının *“Hocam teknoloji sınırsız bir bilgi birikimi sağlıyor. Ama bunu doğru bir şekilde kullanıyor muyuz? diye kendimize sormamız lazım diye düşünüyorum. Bazen teknoloji çok fazla zaman kaybı yaşamamıza neden oluyor. Farkında olmadan saatlerimizi teknoloji karşısında geçiriyoruz.”* sözlerinden de öğretmen adaylarında teknoloji kullanımına karşı olumlu algı oluştuğu görülmektedir. Bu konu ile ilgili alan yazın incelendiğinde çalışma sonuçlarının bu çalışmadan elde edilen sonuçlarla benzerlik gösterdiği görülmektedir. Örneğin; Herdem vd., (2014) yapmış oldukları çalışmalarında

öğrencilerin teknoloji hakkındaki algılarını çizdirdikleri karikatürlerle belirlemeye çalışmışlardır. Bu araştırmada öğrencilerin teknolojinin hem olumlu yönüne hem de olumsuz yönlerine dair çizimler yaptıkları görülmüştür. Bu çalışmada da olduğu gibi teknoloji bağlılığına, iletişim eksikliklerine ve kitap okuma gibi alışkanlıkların azalmasına neden olduğunu belirtmişlerdir. Bu konu ile ilgili başka bir çalışmada da öğrencilerin teknolojinin olumsuzlukları arasında iletişim becerilerini azalttığını ve birçok sağlık problemine neden olduğunu belirtmişlerdir (Ayvacı vd., 2014).

Bazı öğretmen adayları ise STEM etkinliklerinde imkânların yetersizliğinden, teknolojiden daha fazla faydalanmaları durumunda daha güzel ürünler oluşturabileceklerini belirtmişlerdir. *“Yaptığımız prototipte imkânlarımız sınırlıydı. Bize ses sistemleri, ışıklandırma da kullanabileceğimiz araç-gereçler verilseydi prototiplerimiz hem daha güzel hem de bize özgü olabilirdi.”* Bu bağlamda düşünüldüğünde öğretmen adaylarının konu ile ilgili olumlu görüşlerinin olduğu ve bu görüşlerinin nicel araştırma sonuçlarıyla tutarlılık gösterdiği görülmektedir. Bu konu ile ilgili alan yazında da bu çalışmanın sonucuna paralel sonuçlar elde edildiği görülmektedir (Baran vd., 2015; Durukan vd., 2015).

Teknoloji algı ölçeğinin bir diğer alt boyutu olan “Teknolojinin Lisans Programına Etkisi” isimli alt boyutunda da ortalamalar arasında son test lehine farkın olduğu ancak bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Ortalamalar arasındaki farklılığın oluşmasında öğretmen adaylarının teknolojiye karşı olumlu tutum içerisinde olmaları, teknolojinin eğitimde kullanılması gerekliliği üzerinde durmaları yani teknoloji algılarının genel olarak olumlu olmasından kaynaklandığı söylenebilir. Bu konuda öğretmen adaylarının kendilerinin de lisans programında olmaları ve teknoloji kullanımına dair yaşantılarının olumsuz yönde olması bu alt boyutun istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olmamasına zemin hazırlamış olabileceği düşünülmektedir. Çünkü öğretmen adaylarının teknolojinin yanlış kullanılması konusunda çok fazla şikâyet etmeleri bu düşünceyi desteklemektedir. *“Hocam teknoloji kesinlikle eğitim sisteminde kullanılmalıdır. Fakat teknoloji denildiği zaman kesinlikle sadece sunum yapma, projeksiyon kullanma akla gelmemeli diye düşünüyorum. Çünkü biz bundan çok sıkıyoruz.”* Konu ile ilgili olarak başka bir öğretmen adayı ise *“Hepimiz bu durumdan çok sıkıldık hocam. Ben sunum görmek istemiyorum artık...”* şeklindeki ifadeleri, öğretmen adaylarının yaşantılarının

teknolojinin yanlış kullanılması konusunda olumsuz bir algı yaşamalarına neden olduğunu göstermektedir. Teknolojinin lisans programında doğru kullanılabilmesi için öğrencinin süreçte aktif olması gerekliliğini ifade etmişlerdir *“Ben şu an teknolojinin bizim için çok fazla getirisinin olduğunu düşünmüyorum. Çünkü hocalarımız sabahtan akşama kadar teknoloji kullanımı adına slayttan sunum yapıyorlar. Teknoloji eğitimin kalitesinin artırmak amacıyla yapılır, öğrenciyi uyutmak için değil...”* derken başka bir öğretmen adayı da *“Teknoloji kullanılırken öğrencilerde aktif tutulması gerektiğini düşünüyorum.”* şeklinde açıklamaları olmuştur. Konu ile ilgili alan yazın incelendiğinde çalışma sonuçlarına benzer sonuçlarla karşılaşılmaktadır. Yapılan bir çalışmada öğretmenler ve öğretmen adaylarının teknolojiyi kullanma şekilleri incelenmiştir. Öğretmen adaylarının öğretmenlere göre teknoloji kullanımında çeşitliliğe gittikleri görülmüştür. Öğretmenlerin genellikle teknolojiyi sunum yapmada kullandıkları hatta birçok öğretmenin hiçbir teknolojik ürünlerden faydalanmadığını tespit etmişlerdir. Bunun nedenini ise öğretmenler yeterli bilgi birikimine sahip olmadıkları yönünde açıkladıklarını belirtmişlerdir (Seferoğlu vd., 2008). Burada dikkat edilmesi gereken hususlardan bir tanesi öğretmen adaylarının yaşantılarından dolayı lisans programlarında teknolojinin kullanılma yöntemini eleştirmelerine rağmen öğretmen adaylarının eğitimde teknolojinin kullanılmasına yönelik algılarının olumlu yönde olduğudur. Başka bir öğretmen adayı ise teknolojinin lisans programlarında yanlış kullanıldığı noktasındaki fikirlerini şu şekilde ifade etmiştir. *“Teknoloji eğitimde kesinlikle kullanılmalı ama teknoloji sadece slayt değil. Dersin her aşamasında dersi desteklemek amacıyla teknoloji kullanılmalıdır. Ama şu unutulmamalı, amacından saptırılmamalıdır. Örneğin: hoca derste aktif değil ama slaytla ders anlatıyor. Burada teknoloji kullanımının da bir etkisi olmuyor yani amacına ulaşmıyor. Şimdi hocalarımız slayt hazırlayıp geliyorlar. Ders de daha fazla duyu organına hitap etmeyi düşünüyor olabilirler ama artık biz yine mi slayt tepkisini vermeye başladık.”* Bu ifade aslında birçok şeyi özetlemektedir. Bu cümlelerden anlaşıldığı üzere öğretmen adayı almış olduğu eğitimler ve sahip olduğu pedagojik bilgilerle teknolojinin doğru kullanılması durumunda eğitime katkı sağlayacağı konusunda bir anlayışa sahiptir. Fakat teknolojinin sınıflarda yanlış kullanılması nedeniyle teknolojinin lisans programlarında kullanılması alt boyutuna olumsuz cevap verdikleri anlaşılmaktadır.

Öğretmen adaylarının söylemleri yapılan araştırma sonuçları günümüz eğitim sisteminde teknoloji kullanımının yeterince doğru kullanılmadığını göstermektedir. Bu

durum sadece araştırmada yer alan öğretmen adaylarının yaşadığı bir sıkıntı olmadığını görölmektedir. Çünkü bu konu ile ilgili olarak alan yazın incelendiğinde de benzer durumlarla karşılaşıldığı görölmektedir. Bu konu hakkında alan yazında genellikle teknoloji kullanımının eğitimin ayrılmaz bir parçası olduğu, teknolojinin kullanılmasından çok nasıl kullanılması gerektiği, teknoloji kullanımının maddi yetersizliklerden dolayı, öğretmenlerin ya da akademisyenlerin bu konuda bilgilerinin, alt yapılarının yetersizliği üzerinde durulmaktadır (Turan ve Çolakoğlu, 2008; Sayan, 2016). Örneğin; Milli Eğitim Bakanlığı tarafından yürütölmekte olan ve Ulaştırma Bakanlığımızın da destek verdiği “Fırsatları Artırma ve Teknolojiyi İyileştirme Hareketi (FATİH) projesinin etkili kullanımına dair yapılan bir araştırma sonucu da öğretmenlerin ve öğrencilerin bu konuda birçok sorunla karşılaştıklarını yönünde bulgular ortaya koymuştur (Ayvacı vd., 2014). Bu çalışmada da derslerde öğretmenler veya akademisyenlerin sadece slayt sunumlarını kullanarak ders anlatması teknoloji kullanmak adına öğretmen adayları tarafından olumlu karşılanırsa da derslerde teknoloji kullanımının sadece slayt gösterimleri ile sınırlı kalmaması gerektiğini farklılığın olması gerekliliğini beyan etmişlerdir. Derslerde sadece teknoloji adına slaytların kullanılması, teknoloji kullanılarak düz anlatımın yönteminin ağırlıklı olarak devam ettirilmesi öğretmen adaylarında bu duruma karşı olumsuz bir tutum oluşmasına neden olduğunu göstermektedir. Teknoloji algı ölçeğindeki “Teknolojinin Lisans Programına Etkisi” alt boyutunda anlamlı bir değişikliğin olmaması da bu sonuçları desteklemektedir.

Teknoloji algı ölçeğinin totali ve diğer alt boyutunda ise son test lehine bir farkın olduğu ve bunların istatistiksel olarak da anlamlı olduğu görölmektedir. Bu sonuçlarda öğretmen adaylarının görüşlerini desteklemektedir. Öğretmen adaylarının bu çalışma sonunda teknoloji tanımı ile ilgili var olan bilgilerinin ve düşüncelerinin değiştiğini gözlemlemektediriz. Öğretmen adaylarında var olan teknolojinin sadece elektronik cihazlar algısı değişmiş hayatımızı kolaylaştırmak için yaptığımız her türlü ürün algısı oluşmuştur. Ayrıca çalışma sonunda öğretmen adaylarında teknolojinin gerekliliğine, eğitimin kalitesini arttırdığına ve bilinçli kullanılması gerekliliğine olan inanç artmıştır. Bunun nedeni ise STEM eğitimi de hem teknolojinin kullanımını hem de süreç sonucunda teknolojik ürün elde edilmesidir.

4. SONUÇ ve ÖNERİLER

STEM eğitimi yaklaşımına göre hazırlanmış olan ders planlarının mühendislik tasarım süreci döngüsü kapsamında fen teknoloji laboratuvar uygulamaları dersinde uygulanması sınıf öğretmeni adaylarının STEM etkinliklerini ve mühendislik tasarım sürecini yönetebilme konusunda deneyim kazandıkları, bu süreci etkili şekilde sürdürebildikleri ve farklı tasarımlar geliştirebildikleri tespit edilmiştir.

STEM eğitimi sonrasında öğretmen adaylarının üretken düşünme, problem çözme, başarısızlıklarla başa çıkabilme, bilgiye ulaşma yollarını öğrenme, sorumluluk alabilme, işbirlikli çalışabilme, belirli bir konu hakkında tartışma yapabilme ve iletişim becerileri gibi 21.yüzyıl becerileri olarak nitelendirilen yaşam becerilerine katkı sağladığı sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca bu sürecin öğretmen adaylarının öz yeterliliklerine de katkı sağladığı gözlemlenmiştir.

Sınıf öğretmeni adaylarının STEM etkinliğinde toprağın yapısından faydalanarak prototiplerinde kullanmaları öğrendikleri bilgileri hayatta karşılaştıkları farklı problemlerde kullanabildiklerini göstermektedir. Aynı zamanda prototiplerinin malzeme aşamasına sınırlılıkları ve başarı kriterlerini göz önünde bulundurmaları ve birden çok malzeme içerisinde kendileri için öneme sahip olana daha kısa sürede karar vermeleri bu süreçte öğretmen adaylarının karar verme becerilerini arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Öğretmen adaylarının STEM etkinliklerine dair yürütülen ders süreçlerindeki kazanımları arasında olaylara bakış açılarında daha eleştirel bakış açısıyla bakabilmeleri, ortaya atılan her düşüncüyü önemseyerek o fikir konusunda tartışmaları, bu tartışmalar sonucunda bilimsel bilgilerini, hayal güçlerini, el becerilerini kullanarak arkadaşlarını ikna etmeleri ya da arkadaşlarının fikirlerinin doğruluğunu savunmaları gösterilebilir. Ayrıca öğretmen adayları dersi süreci ile sınırlamadıkları ders sonunda da problemlerini çözmek amacıyla inşaat alanına giderek araştırma yapmaları, ders dışında etkinliklere devam etmeleri, dışarıda herhangi bir malzeme gördüklerinde acaba bunu kullanabilir miyiz diye düşünmeleri derse olan ilginin, tutumun ve öğretmen adaylarının motivasyonlarının yüksek olduğunu göstermektedir.

Bu araştırma da elde edilen en önemli sonuçlardan bir tanesi de mühendislik tasarım süreci basamaklarının hepsinin ayrı ayrı öneme sahip olduğunu öğretmen

adaylarının kavramasıdır. Çünkü çalışmada öğretmen adaylarının herhangi bir basamakta yapmış oldukları eksiklik ya da hataların nihai ürünü etkilediği görmüşlerdir. Ayrıca öğretmen adayları mühendislik tasarım sürecinin ilk basamağından son basamağına kadar bilimsel bilgi ve becerilerin de kullanılması gerekliliğini kavramışlar bunlar olmadığı takdirde elde edilen ürün ile istenen nihai ürün arasında farklılıklar olduğunu tecrübe etmişlerdir. Bunu fark eden öğretmen adaylarının mühendislik tasarım süreci basamaklarına daha çok dikkat ettikleri görülmüştür.

Öğretmen adaylarının STEM etkinliklerinin mühendislik tasarım süreci dâhilinde verildiği bu süreçte mühendislik becerilerini deneyimlemeleri ve bu konuda bilgi sahibi olmaları düşüncelerinde değişikliğe neden olmuştur Bu bilgi ve becerilerindeki değişimler öğretmen adaylarının mühendislik ve teknoloji algılarında olumlu yönde değişim meydana getirmiştir. Bu durum araştırmanın hem nitel boyutundan hem de nicel boyutundan elde edilen verilere yansımıştır. Bu sonuçlar öğretmen adaylarının STEM etkinliklerine olan ilgilerinden, isteklerinden, derse karşı olan motivasyonlarından kaynaklanmaktadır. Başka bir nedeni ise mühendislik tasarım süreci basamaklarını süreç ilerledikçe etkili şekilde kullanmaları ve özgüven kazanmalarından kaynaklandığı düşünülebilir. Çünkü öğretmen adayları mühendislerin çalışmaları, özellikleri hakkında, teknoloji ve mühendislik ilişkileri hakkında deneyimleri sayesinde birçok bilgi edinmişlerdir.

Öğretmen adaylarının teknoloji algı ölçeğinin teknolojinin lisans programına etkisi isimli alt boyutta son test puanları adına farkın olması fakat anlamlı olmamasına karşın öğretmen adaylarının söylemleri bu konuda hem olumlu algı içerisinde olduklarını hem de öğrenciyi aktif kılabilme adına bir çok pedagojik bilgiye sahip oldukları görülmüştür.

4.1. Uygulamaya Yönelik Öneriler

1. STEM eğitimi yaklaşımı konusunda öğretmenlere hizmet içi eğitim verilmelidir.
2. Öğretmen adaylarına da konu ile ilgili derslerin müfredata eklenmesi gerekmektedir.
3. Öğretmen ve öğretmen adaylarına STEM eğitimi hakkında uygulamalar yaptırılmalı ve verilen kurslar sonrasında onlardan ders planları hazırlamaları istenmelidir.

4. Öğretmen ve öğretmen adayları eğitimde doğru olarak teknoloji kullanımının eğitimin kalitesini arttıracığı konusunda bilinçlendirilmelidirler.
5. Öğretmenler ders planlarını hazırlarken STEM uygulamalarının öğrencilerin gelişimindeki etkisini düşünerek sınıf ortamını da ona göre tasarlanmıştır.
6. STEM eğitimi öğrencilere erken yaşlardan itibaren verilmeye başlanmalıdır.
7. STEM eğitimi birçok alanın entegrasyonunu gerektirdiği için öğretmenler ve öğretmen adayları da kendilerini, sadece alanlarında sınırlamamalı ve birçok alanda kendilerini geliştirmelidirler.

4.2. Gelecekte Yapılacak Araştırmalar Yönelik Öneriler

1. Mühendislik ve Teknoloji algısı demografik özellikler açısından incelenebilir.
2. Yapılan araştırma sınıf öğretmeni adaylarına yönelik olarak yapılmıştır. Okul öncesi, Matematik ve Fen Bilgisi öğretmen adaylarına yönelik olarak da yapılabilir.
3. Yapılan araştırmanın sonuçlarının genellenebilmesi amacıyla tekrarlanabilir.
4. Bu çalışma STEM eğitimi uygulamalarının mühendislik tasarım süreci aşamaları göz önünde bulundurularak yapılmıştır. STEM eğitimi uygulamaları 5E modeli, proje tabanlı öğrenme, probleme dayalı öğrenme gibi eğitim yöntemleri kullanılarak yapılabilir.
5. Bundan sonra yapılacak olan araştırmalara mühendislik fakülteleri öğrencileri de dâhil edilebilir.
6. Bu araştırma Okulöncesi, ilkökul, ortaokul ve lise öğrencilerine yönelik olarak da yapılabilir.
7. STEM eğitimi dâhilinde hazırlanan uygulamaların mühendislik tasarım süreci basamaklarını kullanma becerileri nitel olarak araştırılmıştır. Yapılacak araştırmalarda bu basamaklar nicel araştırma yöntemiyle de araştırılabilir.
8. Araştırma sonucunda STEM eğitiminin 21.yy becerilerinin geliştiği görülmüştür. Bu araştırma karma araştırma yöntemleri kullanılarak tekrarlanabilir.

9. Uygulamaya başlandıktan belirli bir süre sonra öğrencilerden tasarım görevi istenerek gelişimleri gözlemlenebilir.

5. KAYNAKLAR

- Abdullah, N., Halim, L., Zakaria., 2014. Vstops: A Thinking strategy and visual representation approach in mathematical word problem solving toward enhancing STEM literacy. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 10 (3), 165-174.
- Akaygun, S., Tutak, F., 2016. STEM images revealing STEM conceptions of pre-service chemistry and mathematics teachers. *International Journal of Education in Mathematics, Sciences and Technology*, 4 (1), 56-71.
- Akdağ, F. T., ve Güneş, T. 2017. Enerji konusunda yapılan STEM uygulamaları ile ilgili fen lisesi öğrenci ve öğretmen görüşleri. *International Journal of Social Sciences and Education Research*. 3(5), 1443-1654.
- Akgül, A., Uçar, M.K., Öztürk, M. M. ve Ekşi, Z. 2013. Mühendislik eğitiminin iyileştirilmesine yönelik öneriler, geleceğin mühendisleri ve işgücü analizi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 17 (1). 14-18.
- Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M. S., Öner, T., Özdemir, S., 2015. STEM eğitimi Türkiye raporu: Günün modası mı yoksa gereksinim mi? Are port on STEM Education in Turkey: A provisional agenda or a necessity? İstanbul Aydın Üniversitesi STEM Merkezi ve Eğitim Fakültesi.
- Aksoy, G. Gürbüz, F. 2011. 7. sınıf fen ve teknoloji dersi “yaşamımızdaki elektrik” ünitesinin öğretiminde iki farklı işbirlikli öğretim tekniğinin öğrencilerin akademik başarılarına etkileri. *Bayburt Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6 (1-2), 54-64.
- Altındağ, M. 2015., Yedinci sınıf öğrencilerinin matematik ve fen bilimleri derslerinde sentezleyen zihin özelliklerinin incelenmesi. Doktora Tezi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Hacettepe Üniversitesi.
- Arafah, M. M., 2011. But what does this have to do with science? Building the case for engineering in K-12. Cleveland State University. Master's Thesis. Cleveland, OH; 53.
- Aslan-Tutak, F., Akaygün, S., Tezsezen, S., 2017. İşbirlikli FeTeMM (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) eğitimi uygulaması: Kimya ve matematik öğretmen adaylarının FeTeMM farkındalıklarının incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 32 (4), 794-816.
- Aslan-Yolcu, F., 2014. Ortaokul düzeyinde performans görevi uygulamaları sürecinde disiplinler arası yaklaşımın öğrencilerin problem çözme becerileri üzerindeki etkisi. *EJER Congress*, İstanbul, Türkiye.

- Aydın, F., 2011. İlköğretim 6, 7 ve 8. Sınıf öğrencilerinin teknolojiye yönelik düşüncelerinin çizimle belirlenmesi. 2. International Conference on New Trends in Education and Their Implications, Antalya.
- Aydın, G., Saka, Mehpere., Guzey., 2017. 4-8. Sınıf öğrencilerinin fen, teknoloji, mühendislik, Matematik (STEM=FETEMM) tutumlarının incelenmesi. Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 13 (2), 787-802.
- Ayvacı, H. Ş., Bakırcı, H., Başak, M. H., 2014. Fatih projesinin uygulama sürecinde ortaya çıkan sorunların idareciler, öğretmenler ve öğrenciler tarafından değerlendirilmesi. YYÜ Eğitim Fakültesi Dergisi. 11 (1), 20-46.
- Baki, A. ve Gökçek, T. 2012. Karma yöntem araştırmalarına genel bir bakış. Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, 11 (42), 1-21.
- Barakos, L., Lujan., V., ve Strang, C., 2012. Science, Technology, Engineering, Mathematics (STEM): Catalyzing change amid the confusion. Berkeley, CA: Center on Instruction.
- Baran, E., Bilici, S., Mesutoğlu, C., Ocak, C., 2016. Moving STEM beyond schools: Students' perceptions about an out-of-school STEM education program. International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology, 4 (1), 9-19.
- Baran, E., Cambazoğlu-Bilici, S., Mesutoğlu, C., 2015. Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) spotu geliştirme etkinliği. Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi, 5 (2), 60-69.
- Batur, Z., Uygun, K., 2012. İki neslin bir kavram algısı: Teknoloji. Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 5 (1), 74-88.
- Bayram, N., 2004. Sosyal Bilimlerde SPSS ile Veri Analizi. Ezgi Kitapevi, 165, Bursa.
- Berkan, İ., 2014. "Temel Bilimlere İlgi Azalınca". TÜSİAD Görüş Dergisi, Sayı: 85.
- Billiar, K., Hubelbank, J., Oliva, T., ve Camesano, T., 2014. Teaching STEM by Design. Advances in Engineering Education. 4 (1), 1-21.
- Bilecik, A., Çağlayan, N, B ve Güven, E., 2012. Fen ve teknoloji öğretmen adaylarının teknoloji ve teknolojik ürün konusuna yönelik bilgi düzeylerinin incelenme. X. Ulusal Fen ve Matematik Eğitim Kongresi, Niğde.
- Boz, N., 2008. Matematik neden zor? Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi, 2 (2), 52-65.
- Bozkurt Altan, E., Yamak, H., Buluş Kırıkkaya, E., 2016. FeTeMM eğitim yaklaşımının öğretmen eğitiminde uygulanmasına yönelik bir öneri: tasarım temelli fen eğitimi. Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 6 (2), 212-232.

- Bozkurt, E., 2014. Mühendislik tasarım temelli fen eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının karar verme becerisi, bilimsel süreç becerileri ve sürece yönelik algılarına etkisi. Doktora Tezi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye.
- Bozkurt, Ö., 2006. Girişimcilik eğitiminde kişilik özelliklerinin önemi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Dr. H. İbrahim Bodur Girişimcilik Uygulama ve Araştırma Merkezi, 1 (2), 93-111.
- Breckler, S. J., 2007. "S" is for Science. *Science Directions*, 38 (8), 32.
- Brophy, S., Klein, S., Prtmore, M. And Rogers, C., 2008. Advancing engineering education in P-12 classrooms. *Journal of Engineering Education*, 97 (3), 369-387.
- Brown, T., 2006. *Confirmatory Factor Analysis for Applied Research*. New York, NY: Guilford Press.
- Brunsell, E., 2012. The engineering Design process. Brunsell, E. (Ed.) *Integrating engineering + science in your classroom (3-5)*. Arlington, Virginia: National Science Teacher Association Press.
- Buyruk, B., Korkmaz, Ö., 2016. Öğrencilerin fen bilimleri dersine dönük kavramları günlük hayatla ilişkilendirme durumları. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35 (1), 159-172.
- Bütün, M., Demir, S. B., 2015. *Nitel Araştırma Yöntemleri*. Siyasal Kitabevi, 368, Türkiye.
- Büyüköztürk, Ş., 2016. *Sosyal Bilimler için Veri Analizi El Kitabı*. Pegem Akademi Yayıncılık, 216, Ankara.
- Büyüköztürk, Ş., Bökeoğlu, Ö.Ç., ve Köklü, N., 2009. *Sosyal Bilimler İçin İstatistik*. Pegem Akademi, 263, Ankara.
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E.K., Akgün, Ö.E., Karadeniz, Ş., Demirel, F. 2012. *Bilimsel Araştırma Yöntemleri*. Pegem Akademi, 342, Ankara.
- Bybee, R. W., 2010. What is STEM education? *Science*, 329 (5995), 996: doi: 10.1126/science.1194998
- Bybee, R. W., 2011. Scientific and engineering practices in K–12 classrooms: Understanding A Framework for K–12 Science Education. *The Science Teacher*, 78 (9), 34–40.
- Cantrell, P., Pekcan, G., Itani, A. ve Velasquez-Bryant, N., 2006. The effects of engineering modules on student learning in middle school science classrooms. *Journal of Engineering Education*, 95 (4), 301- 309.
- Capar, G., Tarım, Kamuran., 2015. Efficacy of the cooperative learning method on mathematics achievement and attitude: A Meta-Analysis. *Theory ve Practice*, 15 (2), 553-559.
- Ceylan, S., 2014. Ortaokul Fen Bilimleri Dersindeki Asitler ve Bazlar Konusunda Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (FeTeMM) Yaklaşımı ile Öğretim Tasarımı

Hazırlanmasına Yönelik Bir Çalışma. Yüksek Lisans Tezi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Uludağ Üniversitesi, Bursa, Türkiye.

- Chan, A., Fishbein, J., 2009. A global engineer fort he global community. The Journal of policy engagement, 1 (2), 4-9.
- Claymier, B., 2014. Integrating STEM into the elementary curriculum. Children's Technology &Engineering, 18 (3), 1-5.
- Cresswell, J. W. ve Tashakkori, A., 2007. Developing publishable mixed Methods manuscripts. Journal of Mixed Methods Research, 1 (2), 107-111.
- Çavaş, B., Bulut, Ç., Holbrook, J., Rannikmae, M., 2013. Fen eğitime mühendislik odaklı bir yaklaşım: ENGINEER projesi ve uygulamaları. Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi, 1 (1), 12-22.
- Çorlu, M. A. ve Aydın, E., 2016. Evaluation of learning gains through integrated STEM projects. International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology, 4 (1), 20-29.
- Çorlu, M. S., 2014. FeTeMM eğitimi makale çağrı mektubu. Turkish Journal of Education, 3 (1), 4-10.
- Çorlu, M. S., Capraro, R. M., ve Capraro, M. M., 2014. Introducing STEM education: Implications for educating our teachers in the age of innovation. Education and Science, 39 (171), 74-85.
- Daugherty, M. S., 2009. The "T" and "E" in STEM. ITEEA (Ed.). The Overlooked STEM Imperatives: Technology and Engineering.s: 18-25. Reston, VA: ITEEA.
- Decoito, I., 2015. Exploring Middle School Students' Attitudes and Interest in Technology, Engineering and Mathematics Subjects. S.T.E.A.M. & Education June 13 – 15.
- Demir, E., Saatçioğlu, Ö., İmrol, F., 2016. Uluslararası dergilerde yayımlanan eğitim araştırmalarının normallik varsayımları açısından incelenmesi. Current Research in Education, 2 (3), 130-148.
- Demir, S. B. (ed.). 2016. Araştırma Deseni Nitel, Nicel ve Karma Yöntem Yaklaşımları. Ankara: Eğiten Kitap
- Denson, C., 2011. Building a Framework for engineering Design experiences in STEM: A synthesis. National Center for Engineering and Technology Education, 169, 1-6.
- DeVellis, R. F., 2012. Scale development: Theory and Applications. London: Sage Publications.
- Dick, T. P., Rallis, F. S., 1991. Factors and influences on high school student' career choices. Journal Mathematics Education, 22, 281-292.
- Doğru, M., Kıyıcı, F.B., 2005. Fen Eğitiminin Zorunluluğu. Aydoğdu ve Kesercioğlu (Ed). İlköğretimde Fen ve Teknoloji Öğretimi (pp. 1-8). Ankara: Anı Yayıncılık

- Dugger, W., 2010. Evolution of STEM in the United States. In Technology Education Research Conference. Queensland.
- Durukan, Ü.G., Hacıoğlu, Y., Usta, Necla Dönmez., 2016. Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Öğretmeni Adaylarının “Teknoloji” Algıları. Journal of Computer and Education Research, 4 (7), 24-46.
- Elliott, B., Oty, K., Mc Arthur, J., Clark, B., 2001. The effect of an interdisciplinary algebra/science course on students' problem solving skills, critical Thinking skills and Attitudes towards Mathematics. International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 32 (6), 811-816.
- Erdoğan, İ. Çiftçi, A., 2017. Investigating the views of pre-service science teachers on STEM education practices. International Journal Of Environmental & Science Education, 12 (5), 1055-1065.
- Erdoğan, İ., 2012. Proje tabanlı öğrenme yaklaşımının öğrenme ortamı ile ilgili algılara ve başarıya etkisi. Sakarya University Journal of Education, 2 (3), 21-33.
- Erdoğan, İ., Çiftçi, A., Yıldırım, B., Topcu, M., 2017. STEM education practices: examination of the argumentation skills of pre-service science teachers. Journal of Education and Practice, 8 (25), 164-173.
- Erel C., 2012. “Meslek etiği ve uçak, havacılık ve uzay mühendisliği açısından değerlendirilmesi” Design Logistics, Consultancy. Web: <https://www.canerel.com.tr/v2/images/publication/201208MeslekEtiğiVeUHUM.pdf> adresinden 11. 05. 2017 tarihinde erişilmiştir.
- Eroğlu, S., ve Bektaş, O., 2016. STEM eğitimi almış fen bilimleri öğretmenlerinin STEM temelli ders etkinlikleri hakkındaki görüşleri. Eğitimde Nitel Araştırma Dergisi, 4 (3), 43-67.
- Fralick, B., Keam, J., Thompson, S., Lyons, J., 2009. How middle schoolers draw engineers and scientists. Journal of Science Education and Technology, 18 (1), 60-73.
- Gencer, A., 2015. Fen eğitiminde bilim ve mühendislik uygulaması: fırıldak etkinliği. Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi, 5 (1), 1-19.
- Gibbons, S. J., Hirsch, L. S., Kimmel, H., Rockland, R ve Bloom, Joel., 2003. Counselors' attitudes and knowledge about engineering. International Conference on Engineering Education. Valencia.
- Goan, S., Cunningham, A., Carroll, C., 2006. Degree completions in areas of national need, 1996-97 and 2001-02. Washington, D. C: National Center for Education Statistics.
- Gonzalez, H.B. ve J.J. Kuenzi., 2012. Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: A primer. Congressional Research Service, Library of Congress.

- Gökbayrak, S., ve Karışan, D., 2017. Altıncı Sınıf Öğrencilerinin FeTeMM Temelli Etkinlikler Hakkındaki Görüşlerinin İncelenmesi. Alan Eğitimi Araştırmaları Dergisi, 3 (1), 25-40.
- Green, S. B. and Salkind, N. J., 2005. Using SPSS for windows and macintosh: Analyzing and understanding data (Fourth edition). United States: Pearson Prentice-Hall.
- Güçray, S., 2001. Ergenlerde Karar Verme Davranışlarının Öz-Saygı ve Problem Çözme Becerileri İle İlişkisi. Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 8 (8), 106-121.
- Gülhan, F ve Şahin, F., 2016. Fen-teknoloji-mühendislik-matematik entegrasyonunun (STEM) 5. sınıf öğrencilerinin bu alanlarla ilgili algı ve tutumlarına etkisi. Journal of Human Sciences. 13 (1). 1-19.
- Gülhan, F., Şahin, F., 2016. Fen- Teknoloji- Mühendislik- Matematik entegrasyonunun (STEM) 5. Sınıf Öğrencilerinin Kavramsal Anlamlarına ve Mesleklerle İlgili Görüşlerine Etkisi, Pegem Akademi Yayıncılık, Ankara, 283-302.
- Gündüz, H.Ç ve Tarhan, S. 2017. İlkokul öğrencilerinin meslek seçimlerine yönelik tutumlarında toplumsal cinsiyetin etkisi. Elementary Education Online, 16(3), 1287-1300.
- Güriş, S., ve Astar, M., 2014. Bilimsel Araştırmalarda SPSS ile İstatistik. Der Yayınları, 428, İstanbul.
- Gürler, N. H., Önder, İ., 2014. 7. Sınıf öğrencilerinin fen ve teknoloji dersinde öğrendikleri bakteri ve virüs kavramlarını günlük yaşamla ilişkilendirme durumlarının belirlenmesi. III. Sakarya'da Eğitim Araştırmaları Kongresi, Sakarya.
- Hacıoğlu, Y., Yamak, H., ve Kavak, N., 2016. Mühendislik tasarım temelli fen eğitimi ile ilgili öğretmen görüşleri. Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 5 (3), 807-830.
- Hammack, R., Ivey, A., Utley, J., High, A., 2015. Effect of an engineering camp on students perceptions of engineering and technology. Journal of Pre-College Engineering Education Research, 5 (2), 10-21.
- Harlen, W., 2006. Teaching, learning and assessing science 5-12. London: Sage Publications.
- Herdem, K., Aygün, H., ve Çinici, A., 2014. Sekizinci sınıf öğrencilerinin teknoloji algılarının çizdikleri karikatürler yoluyla incelenmesi. Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 3 (2), 232-258.
- Hirsch, L.S., Carpinelli, J.D., Kimmel, H., Rockland, R ve Bloom, J., 2007. The differential of effects of pre-engineering curricula on middle school students' attitudes to and knowledge of engineering careers. Published in the proceedings of 2007 Frontiers in Education Conference, Milwaukee, WI.
- Honey, M., Pearson, G., Schweingruber, H., 2014. STEM integration in K-12 education: Status Prospects and an Agenda for Research. Washington, DC: National Academies Press.

- Hooper, D., Coughlan, J., Mullen, M., 2008. Structural Equation Modelling: Guidelines for Determining Model Fit. *Electronic Journal of Business Research Methods*. 6 (1), 53-60.
- Howell, D. C., 2017. Psikoloji için istatistiksel metotlar, Baykul, Y. Pegem Akademi Yayıncılık, Türkiye.
- Hsu, M-C., Purzer, S., & Cardella, M. E., 2011. Elementary teachers' Views about teaching desing, engineering and technology. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 1 (2), 31-39.
- Hynes, M., ve ark., 2011. Infusing Engineering Desing into High School STEM Courses. National Center for Engineering and Technology Education.
- Kalkan, Ç., Eroğlu, S., 2017. Destek eğitim odalarında üstün/ özel yetenekli öğrenciler için STEM materyallerine dayalı örnek etkinliklerin tasarlanması. *Üstün Zekâlılar Eğitimi ve Yaratıcılık Dergisi*, 4 (2), 36-46.
- Kang, M., Kim, J. and Kim, Y., 2013. Learning outcomes of the teacher training program for STEAM education. *Korean Journal of the learning Sciences*, 7 (2), 18-28.
- Karasar, N., 2012. Bilimsel Araştırma Yöntemi. Nobel Akademik Yayıncılık, 292, Ankara.
- Karışan, D., Yurdakul, Y., 2017. Mikroişlemci destekli fen-teknoloji-mühendislik-matematik (STEM) uygulamalarının 6. sınıf öğrencilerinin bu alanlara yönelik tutumlarına etkisi. *Adnan Menderes Üniversitesi Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 8 (1), 37-52.
- Katehi, L., Pearson, G., ve Feder, M. (Ed)., 2009. National Academy of Engineering and National Research Council Engineering in K-12 Education. Washington, DC: National Academies Press.
- Khandani, S., 2005. Engineering design process. Un published Education Transfer Plan, Department of Mechanical Engineering. Massachusetts Institute of Technology.
- Kızılay, E., 2016. Fen bilimleri öğretmen adaylarının FeTeMM alanları ve eğitimi hakkındaki görüşleri. *International Journal of Social Science*, 47, 403-417.
- Kimmel, H., Carpinelli, J., Rockland, R., 2007. Bringing engineering into K-12 schools: A problem looking for solutions? International Conference on Engineering Education-ICEE. Coimbra, Portugal.
- Kline, B., 2011. Principles and Practive of Structural Equation Modelling. 3rd ed. New York: Guilfor.
- Koç, A., Büyük, U., 2012. Basit malzemelerle yapılan deneylerin fene yönelik tutuma etkisi. *Türk Fen Eğitim Dergisi*, 9 (4), 102-118.
- Kolodner, J. L., 2002. Facilitating the learning of design practices: lessons learned from an inquiry into science education. *Journal of Industrial Teacher Education*, 39 (3), 9-40.

- Korkmaz, F., Ünsal, S., 2016. Okul öncesi öğretmenlerin “teknoloji” kavramına ilişkin metaforik algılarının incelenmesi. Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 13 (835), 194-212.
- Korkut-Owen, F., Kelecioğlu, H., Owen, D. W., 2014. Cinsiyetlere göre üniversitelerdeki onbir yıllık eğilim: Kariyer danışmanlığı için doğurgular. International Journal of Human Sciences, 11 (1), 794-813.
- Korkut-Owen, F., Mutlu, T., 2016. Türkiye’ de fen bilimleri, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarının seçiminde cinsiyetler arası farklılıklar. Yaşadıkça Eğitim, 30 (2), 53-72.
- Koştur, H. İ., 2017. FeTeMM eğitiminde bilim tarihi uygulamaları: El-Cezeri Örneği. Başkent University, Journal of Education, 4 (1), 61-73.
- Lamb, R., Akmal, T., Petrie, K., 2015. Development of a cognition-priming model describing learning in a STEM classroom. Journal of Research in Science Teaching, 52 (3), 410-437.
- Lee, J. W., Park, H. J., Kim, J. B., 2013. Primary teacher’s perception analysis on development and Application of STEAM education program. Elementary science Education, 31 (1), 47-59.
- Maeda, J., 2013. “STEM + Art = STEAM,” The STEAM Journal, 1 (1), 34.
- Mangold, J., Robinson, S., 2013. The engineering design process as a problem solving and learning tool in K-12 classrooms. Paper presented at 2013 ASEE Annual Conference & Exposition, Atlanta, Georgia.
- MEB Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı., 2006. İlköğretim Teknoloji ve Tasarım Dersi Öğretim Programı ve Kılavuzu (6-7-8. Sınıflar). Ankara: Devlet Kitapları Müdürlüğü.
- MEB, 2016a. Milli Eğitim Bakanlığı, Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü, http://yegitek.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2016_978-975-11-3989-4. STEM-fen-teknoloji-mühendislik-matematik-eğitim-raporu pdf. (Erişim Tarihi: 10/10/2016).
- MEB, 2016b. Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı PISA 2015, Ulusal Raporu. Ölçme, Değerlendirme ve Sınav Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- MEB., 2013a. İlköğretim Kurumları (İlkokullar ve Ortaokullar) Fen Bilimleri Dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı, Ankara: MEB Yayınevi. <http://ttkb.meb.gov.tr/www/ogretim-programlari/icerik/72>
- MEB., 2013b. Kayseri İl Milli Eğitim Müdürlüğü. Strateji Geliştirme Şubesi. Web: <http://kayseri.meb.gov.tr/stem/index.aspx> adresinden 05.05.2016’da alınmıştır.

- MEB., 2014. Kayseri İl Milli Eğitim Müdürlüğü. Strateji Geliştirme Şubesi. Web: <http://kayseri.meb.gov.tr/stem/index.aspx> adresinden 05.05.2016'da alınmıştır.
- MEB., 2017. Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7, ve 8. Sınıflar). <https://bilimakademisi.org/wp-content/uploads/2017/02/Fen-Bilimleri.pdf>. Ankara.
- MEB., 2018. Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7, ve 8. Sınıflar). <http://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=325>. Ankara.
- Muir-Herzig, R. G., 2004. Technology and its impact in the classroom. *Computers and Education*, 42 (2), 111-131.
- Mutlu, T. Korkut-Owen, F., 2017. Sosyal bilişsel kariyer kuramı açısından bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarındaki kadınlar. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 16 (60), 87-103.
- National Academy of Engineering ve National Research Council., 2009. Engineering in K-12 education Understanding the status and improving the prospects. Edt. Katehi, L., Pearson, G., ve Feder, M. Washington, DC: National Academies Press.
- National Research Council 2012. A Framework for k-12 science education: practices, cross cutting concepts and coreideas. Washington DC: The National Academic Press.
- National Research Council., 2011. Successful K-12 STEM Education: Identifying Effective Approaches in Science, Technology, Engineering and Mathematics. Committee on Highly Successful Science Programs for K-12 Science Education. Board on Science Education and Board on Testing and Assessment, Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: The National Academies Press.
- Nayda, N. & Rankin, E., 2008. Information literacy skill development and life long learning: Exploring nursing students' and academics' under standings. *Australian Journal of Advanced Nursing*, 26 (2), 27-33.
- Newby, Tara L., 2012. The implementation of engineering design challenges on 4th grade students' Attitudes towards engineering, classroom climate and writing ability. Masters Thesis. University of Central Florida, Orlando, FL.
- Okay, N., 2013. BTM kadın araştırmaları merkezi. CEBİT Bilişim Eurasua, 24-26 Ekim 2013. WOW Konferansı Merkezi, İstanbul. <http://cebitsinerji.com> 7 kategori / Ekim-25.
- Oware, E., Capobianco, B., Diefes-Dux, H. 2007. Young children's perceptions of engineers before and after a summer engineering outreach course. Proceedings of the 2007 American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition, American Society for Engineering Education, Milwaukee, WI, USA, 1-18.

- Özdemir, O., 2010. Fen ve teknoloji öğretmen adaylarının fen okuryazarlığının durumu. Türk fen eğitimi dergisi, 7 (3), 42-56.
- Özdemir, S. M. 2005. Üniversite öğrencilerinin eleştirel düşünme becerilerinin çeşitli değişkenler açısından değerlendirilmesi. Türk Eğitim Bilimleri Dergisi, 3 (3), 297-316.
- Özyurt, Ö., Özyurt, H., 2016. Birinci Sınıf Mühendislik Tutum Ölçeği'nin Geliştirilmesi. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 38, 1-15.
- Patrick, A. A., 2016. Attitude of engineering students towards engineering drawing: A case study. International Journal of Research Studies in Education, 6 (1), 61-74.
- Payzın, A. E., 2009. Geleceğin mühendisi: Yeni İşler-Yeni Beceriler. I. İnşaat Mühendisliği Eğitimi Sempozyumu, Antalya.
- Pekbay, C., 2017. Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik etkinliklerinin ortaokul öğrencileri üzerindeki etkileri. Doktora Tezi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, Türkiye.
- Raju, P.K. & Clayson, A., 2010. The Future of STEM Education: An Analysis of Two National Reports. Journal of STEM Education, 11 (5-6), 25-28.
- Roberts, A., 2012. A justification for STEM education. Technology and engineering teacher, <http://www.iteea.org/file.aspx?id=86478&v=5409fe8e>.
- Sarıer, Y., 2016. Türkiye' de öğrencilerin akademik başarılarını etkileyen faktörler: bir meta-analiz çalışması. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 32 (3), 609-627.
- Saygıner, Ş., 2016. Öğretmen adaylarının bilgisayar yeterlilik düzeyleri ile teknolojiye yönelik algıları arasındaki ilişkinin çeşitli değişkenler açısından incelenmesi. Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 13 (34), 298-312.
- Schelmatic, T., 2013. Where are America's women engineers?. <http://news.thomasnet.com/IMT/2013/02/19/where-are-americas-woman-engineers>. (24 Haziran 2017).
- Seferoğlu, S. S., Akbıyık, C., Bulut, M., 2008. İlköğretim öğretmenlerinin ve öğretmen adaylarının bilgisayarların öğrenme-öğretme sürecinde kullanımı ile ilgili görüşleri. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 35 (35), 273-283.
- Selanik-Ay, T., Emeksever, A., 2016. İlkokul öğrencilerinin hikayelerine dayalı olarak mesleklere ilişkin algılarının incelenmesi. Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi, 9 (44), 968-983.
- Simith, R. L., 2012. Mixed methods research design: A recommended paradigm for the counseling profession. In Ideas and research you can use: VISTAS.

- Sönmez, M., 2011. Mühendis ve mühendis yardımcılarının yaşam boyu öğreniminde meslek yüksek okullarının rolü. *Electronic Journal of Vocational Colleges*. 1 (1), 1-7.
- Sözer, Y., Oral, B., 2016. Sınıf içi öğrenmeleri destekleyen okul dışı aktif öğrenme süreci: bir meta-sentez çalışması. *International Journal Of Eurasia Social Sciences*, 7 (22), 278-310.
- Sümer, N., 2000. Yapısal Eşitlik Modelleri: Temel Kavramlar ve örnek uygulamalar. *Turkish Psychological Articles*, 3 (86), 49-74.
- Şahin, A., Ayar, M. C., Adıgüzel, T., 2014. Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik İçerikli Okul Sonrası Etkinlikler ve Öğrenciler Üzerindeki Etkileri. *Educational Consultancy and Research Center*. www.edam.com.tr/estp. Doi: 10.12738/estp.2014.1.1876
- Şahin, E., Keser, F., 2016. Farklılaştırılmış eğitim ortamlarının öğrencilerin meslek algılarına etkisi: yasemin Karakaya bilim ve sanat merkezi örneği. *Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13 (1), 37-48.
- Şenol, A., K., Büyük, U., 2015. Robotik destekli fen ve teknoloji laboratuvar uygulamaları: Robolab. *International Periodical For The Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*. 10 (3), 213-236.
- Şimşek, Ö. F., 2007. Yapısal Eşitlik modellemesine giriş. İstanbul. Ekinoks
- Tabachnick, B. G., Fidell, L. S., 2015. Çok Değişkenli İstatistiklerin Kullanımı. Baloğlu, M., (Ed). Nobel Akademik Yayıncılık. 1083. Ankara.
- Tarkın-Çelikkıran., Aydın-Günbatır., 2017. Kimya öğretmen adaylarının FeTeMM uygulamaları hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *YYÜ Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14 (1), 1624-1656.
- Tavşancıl, E., 2010. Tutumların Ölçülmesi ve SPSS ile Veri Analizi. Nobel Akademik Yayıncılık, 232, Ankara.
- Tayal, S.P., 2013. Engineering design process. *International Journal of Computer Science and Communication Engineering IJCSCE Special issue on "Recent Advances in Engineering & Techlogy"* NCRAET-2013, 1-5.
- TDK., 2016 . Türk Dil Kurumu.<http://tdk.gov.tr>. (Erişim Tarihi: (10/10/2016).
- Tezel, Ö., ve Yaman, H., 2017. FETEMM eğitimine yönelik Türkiye’de yapılan çalışmalardan bir derleme. *Eğitim ve Öğretim Araştırma Dergisi*. 6 (1), 135-145.
- Thomas, T. A., 2014. Elementary teachers’ receptivity to integrated science, technology, engineering and mathematics (STEM) education in the elementary grades. *Doctoral Dissertation, University of Nevada, Reno*.
- Thomasian, J., 2011. Building A Science, Technology, Engineering, Math Education Agenda: An Update of State Actions. NGA Center for Best Practices.

- Thomson, B., 2008. Exploratory and Confirmatory Factor Analysis: Understanding Concepts and Application. 3 rd ed. Washington, DC: American Psychological Association.
- Tınmaz, H., 2004. An Assessment of Preservice Teachers' Technology Perception In Relation To Their Subject Area. Doctoral Dissertation, The Graduate School Of Social Sciences, Middle East Technical University, Turkey.
- TTKB., 2005. İlköğretim 1–5. Sınıf programları tanıtım el kitabı. Ankara: T.C. MEB Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Tümkaya, S., Bal, L., Karaçoban, F., 2014. An investigation of prospective teachers' educating-teaching self-efficacy in terms of various variables. Elementary Education Online, 13 (2), 412-424.
- Türk Sanayicileri ve İş Adamları Derneği., 2014. STEM alanında eğitim almış işgücüne yönelik talep ve beklentiler araştırması. <http://tusiad.org/tr/component/k2/item/8054-stem-alaninda-egitim-almis-iscucune-yonelik-talep-ve-beklentiler-arastirmasi?Itemid=246> adresinden 25.04.2017 tarihinde erişilmiştir.
- Usta, E., korkmaz, Ö., 2010. Öğretmen adaylarının bilgisayar yeterlilikleri ve teknoloji kullanımına ilişkin algıları ile öğretmenlik mesleğine yönelik tutumları. Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi, 7 (1), 1334-1349.
- Uyulgan, M., Akkuzu, N., 2017. Ortaöğretim öğrencilerinin akademik başarılarını yordayan kişisel faktörler üzerine bir araştırma. Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 6 (3), 1211-1226.
- Ünlü, Z ve Dökme, İ., 2017. Özel yetenekli öğrencilerin FeTeMM'in mühendisliği hakkındaki imajları. Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi. 7 (1), 196-204.
- Van Wyk, G., Louw, A., 2008. Teknoloji-Assisted Reading for Improving Reading Skills for young South African Learners. The Electronic Journal of e-Learning, 6 (3), 245-254.
- Wendell, K. B., Connolly, K. G., Wright, C G., Jarvin, L., Rogers, C., Barnett, M., ve Marulcu, I., 2010. Incorporating engineering design into elementary school science curricula. Amerikan Society for Engineering Education Annual Conference ve 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.
- Whitehead, C. L., 2001. Women in nontraditional career and technical education. In M. S. Plakhotnik, S. M. Nielsen ve D. M. Pane (Eds.), Proceedings of the Tenth Annual College of Education GSN Research Conferance, Miami: Florida International University.

- Wyss, V. L., Heulskamp, D., Siebert, C. J., 2012. Increasing middle school student interest in STEM Careers with videos of scientists. *International Journal of Environmental Science Education*, 7 (4), 501-522.
- Yalman, M., Tunga, M. A., 2014. Examining the attitudes of students from state and foundation universities in Turkey towards the computer and www (world wide web). *Education and Science*, 39 (173), 221-233.
- Yamak, H., Bulut, N., Dündar, S., 2014. 5. Sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ile fene karşı tutumlarına FeTeMM etkinliklerinin etkisi. *GEFAD/ GUJGEF*, 34 (2), 249-26
- Yasak, M., 2017. Tasarım temelli fen eğitiminde, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik uygulamaları: Basınç Konusu Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas, Türkiye.
- Yaşar, S., Baker, D., Robinson-Kurpius, S. ve Roberts, C., 2006. Development of a survey to assess K-12 teachers' perceptions of engineers and familiarity with teaching design, engineering and technology. *Journal of Engineering Education*. 95 (3), 205-216.
- Yıldırım, A., Şimşek, H., 2011. Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri. Seçkin Yayıncılık, 366, Ankara.
- Yıldırım, B., 2016. 7. Sınıf fen bilimleri dersine entegre edilmiş fen teknoloji mühendislik matematik (STEM) uygulamaları ve tam öğrenmenin etkilerinin incelenmesi. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye.
- Yıldırım, B., Selvi, M., 2016. Examination of the effects of STEM education integrated as a part of science, technology, society and environment courses. *Journal of Human Sciences*, 13 (3), 3684-3695.
- Yıldırım, B., Türk, C., 2018. Sınıf öğretmeni adaylarının STEM eğitime yönelik görüşleri: Uygulamalı bir çalışma. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8 (2), 195-213.
- Yıldırım, B., ve Selvi, M., 2017. An Experimental Research On Effects Of STEM Applications And Mastery Learning. *Journal of Theory and Practice in Education*, 13(2), 183-210
- Yıldırım, B., ve Altun, Y., 2014. STEM eğitimi üzerine derleme çalışması: Fen bilimleri alanında örnek ders uygulamaları. VI. International Congress of Education Research, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Yıldırım, B., ve Altun, Y., 2015. STEM Eğitim ve Mühendislik Uygulamalarının Fen Bilgisi Laboratuvar Dersindeki Etkilerinin İncelenmesi. *El-Cezeri Fen ve Mühendislik Dergisi*, 2 (2), 28-40.
- Zengin, M., 2016. İlkokul, Ortaokul ve lise öğrencilerinin disiplinler arası eğitim ve öğretiminde robotik sistemlerinin kullanımına yönelik görüşleri. *Üstün Yetenekliler Eğitimi ve Araştırmaları Dergisi*, 4 (2), 48-70.

EKLER

Ek-1: Tasarım Görevi ve Mühendislik Tasarım Sürecine Dair Sorular

Tasarım Görevi: Köprü Tasarımı Yapmak

Size verilen malzemelerden yola çıkarak bir köprü tasarlamamız isteniyor. Tasarlayacağınız köprü diğer grupların tasarlayacağı köprüler ile karşılaştırılacaktır. Tasarımınızı bir ders saati içerisinde tamamlamanız gerekmektedir. Bu çalışmada tasarlayacağınız köprü ağırlık taşıma kapasitesi, ağırlığa dayanma süresi, estetik ve öznellik bakımından değerlendirilecektir.

Aşağıda size verilen kısımları yukarıda verilenlerden ve tasarım yapım aşamasında kazandığınız deneyimlerden yola çıkarak cevaplayınız. Cevaplarken grup şeklinde düşünerek cevaplar vermeniz gerekmektedir. Çünkü tüm grup üyelerinin düşüncesi ayrı ayrı önemlidir. Tasarımınızla ilgili aklınıza gelen tüm fikirleri yazabilirsiniz.

Verilen tasarım görevinden yola çıkarak başarı kriterlerini belirleyiniz.

Verilen tasarım görevinden yararlanarak size verilen sınırlılıkları belirleyiniz.

Probleminize çözüm getirebilecek ihtiyaçlar nelerdir?

<p>Geliştirdiğiniz tüm zm önerilerini yazınız.</p>	
<p>nerdiğiniz zm önerilerinden bir tanesini kullanınız ve niçin tercih ettiğinizi açıklayınız.</p>	
<p>Prototipinizin(modelin) yapım aşamasında kendinizde ne gibi eksikliklerin olduğunu gördünüz? Açıklayınız.</p>	
<p>Bu süreç size neler kazandırdı? Sizin için avantajları neler oldu?</p>	

<p>Oluşturduğunuz prototipi Şimdi tekrar yapsaydınız ne gibi değişiklikler yapardınız?</p>	
<p>ÇalıŐmanızda ne gibi teknolojik ürünlerden faydalandınız? Açıklayınız</p>	

Ek-2: Mühendislik Algı Ölçeği

KİŞİSEL BİLGİ FORMU

Yaşınız: Bölümünüz: Sınıfınız : Cinsiyet:

Mezun Olduğunuz Lise Türü:

Fen Lisesi () Anadolu Lisesi () Sosyal Bilimler Lisesi ()
Meslek Lisesi () Diğer ()

Anne Eğitim Durumu:

Okur-yazar değil () İlkokul () Ortaokul ()
Lise () Üniversite ()

Baba Eğitim Durumu:

Okur-yazar değil () İlkokul () Ortaokul ()
Lise () Üniversite ()

	Değerli Katılımcılar, Lütfen aşağıdaki maddeleri dikkatlice okuyup size en uygun gelen seçeneği işaretleyiniz. Hiçbir maddeyi boş bırakmayınız ve her biri için tek yanıt veriniz. Bu çalışmaya yaptığınız katkılardan dolayı TEŞEKKÜR EDERİM.	Kesinlikle Katılıyorum	Katılıyorum	Kısmen katılıyorum	Katılmıyorum	Kesinlikle Katılmıyorum
1	Mühendisler karşılaştıkları problemleri çözebilecek çoklu çözüm önerileri getirirler.					
2	Mühendisler ülke ekonomisine katkı sağlamaktadırlar.					
3	Mühendisler hayal güçlerini kullanarak tasarımlarını geliştirirler.					
4	Mühendisler yeniliklere açık kişilerdir.					
5	Mühendisler insanlara hayallerini gerçekleştirme fırsatı sunar.					
6	Mühendisler bilimsel bilgileri teknolojik ürüne dönüştüren kişilerdir.					
7	Mühendisler gereksiz işlerle uğraşırlar.					
8	Mühendisler var olan teknolojiyi kullanarak yeni ürünler icat ederler.					
9	Mühendislik eğitimi uygulama ağırlıklı olmalıdır.					
10	Mühendisler karmaşık işleri yapabilirler.					
11	Mühendislik eğitimine öğrenciler becerileri doğrultusunda yönlendirilmelidirler					
12	Mühendislik teknolojinin üretilme süreçleriyle ilgilenir.					
13	Mühendisler mesleklerinin gerektirdiği becerilere sahiptirler.					
14	Mühendislerin amacı insanların hayatını kolaylaştıran teknolojiler icat etmektir.					

Ek-3: Teknoloji Algı Ölçeği

	Kesinlikle Katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle Katılmıyorum
<p>Değerli katılımcılar, Aşağıda siz öğretmen adaylarının teknolojiye yönelik algılarınızı içeren ifadeler bulunmaktadır. Lütfen okuduğunuz ifadeleri öğretmen gözüyle değerlendirerek ve şu andaki teknoloji kullanımına ilişkin algı ve becerilerinizi dikkate alarak yanıtlayınız. Bu çalışmaya yaptığınız katkılardan dolayı TEŞEKKÜR EDERİM.</p>					
1.Bilgisayarların eğitimde kullanılması gerekir.					
2.Eğitimde teknoloji kullanımı öğrencilerin başarısını arttırır.					
3.Sınıfta teknoloji kullanımı eğitimin kalitesini arttırır.					
4.Sınıfta teknoloji kullanımı öğrenme düzeyini yükseltir.					
5.Teknoloji kullanımı sınıf ortamını çeşitlendirir.					
6.Sınıfta teknoloji kullanımı, öğretimi öğrenci merkezli yapar.					
7.Eğitimde teknoloji kullanımı, öğretmenlere sınıf içi etkinliklerin planlanmasında yardımcı olur.					
8.Eğitimde teknoloji kullanımı, öğretmenlere sınıf içi etkinliklerin uygulanmasında yardımcı olur.					
9.Eğitimde teknoloji kullanımı, öğretmenlere sınıf içi etkinliklerin değerlendirilmesinde yardımcı olur.					
10.Teknoloji kullanılarak yapılan öğretim, geleneksel öğretimde olmayan fırsatlar sunar.					
11.Okulda teknoloji kullanımı, öğretim stratejilerinin yeniden gözden geçirilmesini sağlar.					
12.Eğitimde teknoloji kullanımı için ayrılan bütçe, geleceğe yapılan iyi bir yatırımdır.					
13.Okulda bulunan teknolojik araç-gerecin güncelliği, onları sınıfta kullanmada rol oynar.					
14.Alanımda teknoloji kullanımı öğretimi eğlenceli bir hale getirir.					
15.Sınıfta teknoloji kullanımı, ders öğretim programlarını (müfredatları)zenginleştirir.					
16.Günümüz öğretmeni, öğretim etkinlikleri ile teknolojiyi bütünleştirmek zorundadır.					
17.Alanımdaki her konuyu öğretim sırasında rahatlıkla teknoloji ile bütünleştirebilirim.					
18.Günümüz teknoloji standartlarına göre yetiştirilmiş bir öğretmen adayı olduğumu düşünüyorum.					
19.Aldığım teknoloji içerikli derslerin teknolojiye karşı olan tutumumu olumlu yönde değiştirdiğini düşünüyorum.					
20.Lisans eğitimim süresince öğretim elemanları tarafından teknolojinin sınıf içi ortamlara uygulanması konusunda bilgilendirildiğimi düşünüyorum.					

21. Lisans eğitimim süresince öğretim elemanları tarafından teknolojinin derslerde uygulandığını düşünüyorum.					
22. Eğitimde teknoloji kullanımının toplum üzerindeki etkileri konusunda öğretim elemanları tarafından yeterince bilgilendirildiğimi düşünüyorum.					
23. Lisans eğitimimde aldığım “bilgisayar” dersi öğretmenlik niteliğimi yükseltir.					
24. Lisans eğitimimde aldığım “Temel Bilgi Teknolojileri” dersi öğretmenlik niteliğimi yükseltir.					
25. Lisans eğitimimde aldığım “Öğretim Teknolojileri ve Materyal Geliştirme” dersi öğretmenlik niteliğimi yükseltir.					
26. Lisans eğitimi boyunca aldığım teknoloji temelli derslerin yardımıyla, teknoloji destekli öğretim yapabiliyorum.					
27. Üniversite içinde derslerle ilgili bilgisayar kullanımına yeterince süre ayırıyorum.					
28. Üniversite içinde dersler dışında bilgisayar kullanımına belirli süre ayırıyorum.					

Ek-4: Araştırma İzin Belgesi



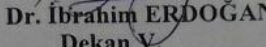
T.C.
MUŞ ALPARSLAN ÜNİVERSİTESİ
Eğitim Fakültesi Dekanlığı

Sayı : 84313019-302.14.01 - 676
Konu : Yüksek Lisans Tezi Konu Belirleme

20./10/2015

Sn. Prof. Dr. İbrahim ERDOĞAN

2016-2017 ve 2017-2018 Eğitim-Öğretim Yıllarında Sınıf Öğretmenliği Anabilim Dalı'nda okutulan Fen Bilgisi laboratuvar uygulamaları dersinde "STEM Eğitimi Yaklaşımının Sınıf Öğretmeni Adaylarının Mühendislik Tasarım Süreçlerine, Mühendislik ve Teknoloji Algılarına Etkisinin İncelenmesi" adlı yüksek lisans tez çalışmasının yürütülmesi Dekanlığımızca uygun görülmüştür.
Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.


Prof. Dr. İbrahim ERDOĞAN
Dekan V.

Ek:
Dilekçe (1 sayfa)

20./10/2015 Memur : Y. DOĞAN *Y.D.*
20./10/2015 Fak. Sek. : F. YÜKSEL *F.Y.*

Adres : Muş Alparslan Üniversitesi Kampüsü, Eğitim Fakültesi, Diyarbakır Yolu 7. Km.49250 MUŞ
Tel : (+90) 436 249 49 49
Web : www.alparslan.edu.tr e-posta: ef@alparslan.edu.tr

Ek-5: STEM Eğitimi Dâhilinde Hazırlanmış Ders Planı Örneği

Ders: Fen ve Teknoloji Laboratuvar Uygulamaları

Süre: 90 dakika

Sınıf: Sınıf Öğretmenliği 2.Sınıf

Konu: Kuvvetin Etkileri

Kullanılan Yöntem, Teknik ve Stratejiler: 5E Öğrenme Modeli, Anlatma Yöntemi, Buluş Yoluyla Öğrenme Stratejisi, Soru-Cevap

KAZANIMLAR

Fen Bilgisi

- Kuvvetin günlük yaşamdaki etkilerini fark eder.
- Kuvvetin, cisimlere hareket kazandırmasına ve şekillerini değiştirmesine günlük hayattan örnekler verir.
- İtme-çekme kuvvetinin cisimleri hareket ettirme özelliğine sahip olduğunu öğrenir.
- İtme-çekme kuvveti ile çalışan mekanizmalara örnekler verir.
- İtme-çekme kuvvetini gösteren bir model tasarlar.
- Tasarladığı model üzerinde itme-çekme kuvvetinin etkisini deneyimleyerek öğrenmiş olur.

Matematik

- Zaman ve uzunluk ölçü birimlerini tanıır (MEB).
- Aynı veya farklı birimlerdeki iki çokluğun birbirine oranını belirler (MEB).
- Birbirine oranı verilen iki çokluktan biri verildiğinde diğeri bulunur.
- Doğru ve ters orantıyla ilgili problemleri çözer.
- Elde ettiği verilerden yola çıkarak grafik oluşturur.

Mühendislik

- Problemine dair başarı kriterlerini ve sınırlılıkları belirler.
- Bilimsel bilgilerini kullanarak probleme yönelik çözüm önerileri getirir.
- Problem durumunu en iyi karşılayacağına inandığı çözüm önerisini seçer.
- Bulduğu çözüm için gerekli tasarımı yapar.
- Çizmiş olduğu tasarımın prototipini yapar ve test eder.

- Prototipi test ederken kısıtlamaları ve kriterleri göz önünde bulundurur gerekiyorsa revize eder.
- Revize etmiş olduğu ürünü tekrar test eder. İstenilen nihai ürünün özelliklerini karşıladığını düşünüyorsa süreci sonlandırır.

Teknoloji

- Verilen probleme çözüm getirebilmek için var olan teknolojileri kullanır.
- Teknolojinin sadece ürün olmadığını süreç içerisinde deneyimleyerek öğrenir.
- Teknolojinin sadece kullandığı malzemelerden ya da elde ettiği üründen ibaret olmadığını, problemin çözümü sürecinin, bilgilerinin ve geliştirdiği ürünün teknoloji olarak isimlendirildiğini öğrenir.
- Yaptığı ürünü teknoloji olarak sunar.
- Süreç sonunda var olan teknolojik ürünleri kullanarak kendisi de bir teknoloji oluşturur.

21. Yüzyıl Becerileri

- Öğrencilerde var olan özgüven duygusunu artırır.
- Sorumluluk duygularını geliştirir.
- Problem çözme becerileri gelişir.
- Üretken düşünme becerilerini kullanırlar hem de geliştirirler.
- İletişim becerileri gelişir.
- Birbirlerinin fikirlerine saygı duyma becerilerini geliştirir.

ÖĞRENİLMESİ GEREKEN ÖN KOŞUL DAVRANIŞLAR

- **Kuvvet:** Hareket eden bir cismi durduran, duran bir cismi hareket ettiren, cisimlerin şekil, yön ve doğrultularını değiştiren etkiye denir.
- **İtme kuvveti:** Bir cisme ters yönlerden, eşit kuvvet uygulandığında cisim hareketsiz kalır. Hareketli bir cisme ters yönden bir kuvvet uygulanırsa cismin hızı yavaşlar veya durur. Hareketli bir cisme hareket yönünden bir kuvvet uygulanırsa cisim daha da hızlanır. Örneğin; oturduğumuz sırayı ön taraftaki boşluğu doldurmak için hareket ettiririz bu itme kuvveti yardımıyla olur. Yolda arabayla ilerlerken yolun ortasındaki büyük kayayı yolu açmak için itmemiz gerekir.
- **Çekme kuvveti:** Kendimize doğru uygulanan kuvvetlerin tamamı çekme kuvvetiyle olur. Örneğin; ayakkabılarımızın bağcıklarını bağlamak için onları kendimize doğru

çekeriz, okulda ya da pikniklerde arkadaşlarımızla halat yarışı yaparken halatı kendimize doğru çekeriz.

DERSİN İŞLENİŞİ

Giriş: Öğretmen adaylarının dikkatini çekmek amacıyla sınıfa konuyla ilgili farklı materyallerle giriş yapılır. Bu sayede öğretmen adaylarının derse ilgilerini çekmeye çalışır. Sınıfa getirilen materyalleri öğretmen adayının daha önceki bilgileri ile ilişkilendirmeleri sağlanır. Bunun için gerekiyorsa bir gazete haberi veya günlük hayatta karşılaşılabilecek bir olay anlatılır.

Keşfetme: Bu materyallerden yola çıkarak konuya ilişkin öğretmen adaylarına deneyler yaptırır. Öğretmen adaylarının bu süreçte öğrendikleri bilgileri deneyimleyerek öğrenmelerini sağlar.

Açıklama: Öğretmen adayları araştırmacının rehberliğinde kuvvet, itme kuvveti, çekme kuvveti, nerelerde kullanıldığı etkileri konusunda birlikte etkileşimli öğrenmeden sonra daha bilgiyi anlamlandırarak öğrenirler. Daha sonra araştırmacı itme kuvvetinin cisimleri hızlandırması, yavaşlatması konusunda bilgiler verir. Havanın itme gücünü görmeleri amacıyla hazırladığı kılavuzda öğrencilerin bunu deneyimlemelerini sağlar. Bu model üzerinde öğretmen adaylarına havanın itme kuvvetini gösterilmiş olur. Kendi yapacağı tasarım modeli için zemin hazırlanır.

Derinleştirme: Bu aşamada öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerinin kullanmalarını ve geliştirmelerini sağlamak amacıyla öğretmen adaylarına tasarım görevi verilir. Bu görevde öğretmen adaylarına özgünlüğün tasarımlarındaki öneminden bahsedilir. Çünkü özgünlük hayal güçlerini, üretkenliklerini kullanmalarını ve fikir alış-verişi yapmalarını gerektirecektir. Bu aşamada öğretmen adaylarından öğrenmiş oldukları bilimsel bilgileri matematikle, günlük hayatla ilişkilendirerek bir tasarı çizmeleri ve çizmiş oldukları tasarımlarını prototipe geçirmeleri istenir. Tüm bu aşamalarda amaç öğretmen adaylarının öğrendikleri bilgileri disiplinler arası kullanmalarını sağlamak ve 21. yüzyıl gerektirdiği becerilerini kullanmalarını ve geliştirmelerini sağlamaktır.

Değerlendirme: Bu aşamada öğrendikleri bilgileri kullanma seviyeleri, bu bilgileri günlük hayatla ilişkilendirme şekilleri Süreç+Ürün odaklı değerlendirilir. Bu değerlendirmeler yapılırken süreçteki sorular, yapılan gözlemler, prototipin sunumunda öğretmen adaylarının anlatım şekilleri dikkate alınır. Bu dersteki temel amaç öğrencilerin öğrendikleri bilgileri entegre edebilme düzeylerini, farkında olmadıkları fakat

sahip oldukları becerilerini çıkarmak, geliştirmek ve bunu uygulamaya ne kadar geçirebildiklerini gormektir. Bu yüzden değerlendirmelerde bunlar göz önünde bulundurulacaktır.

STEM ENTEGRASYON AŞAMALARI

1. **Alanın Belirlenmesi:** Fen bilgisi
2. **ğrenme Alanının Belirlenmesi:** Kuvvetin Etkileri
3. **Diğer Disiplinler Arasındaki İlişki:**

Fen: Öğretmen adayları yapacakları prototip için aslında birden fazla fen bilgisi konusunun içeriğine ihtiyaç duyacaktır. Dikkat ekenler: Kuvvet, sürtünme kuvveti, havanın itme kuvveti, denge, ktle, esnek maddeler, esnek olmayan maddeler vb.

Matematik: Zaman ve uzunluk kısmını prototipinin başarıya ulaşması aşamasında bilmesi gerekir. Oran ve orantıyı kullanarak modelini yapar daha sonra gerekirse bu doğrultuda revize eder. Derste öğrendiği bilgilerden yola çıkarak tasarımını Őekillendirir.

Mühendislik: ğrenmiŐ oldukları bilimsel bilgilerini kullanarak tasarımlarını tasarlarlar. Bu tasarımları prototipe dnŐtrrlr. Bu prototiplerde neyi hangi amaçla kullanacaklarına kendileri karar verirler. Bunlar süreç boyunca neden?, niçin? soruları sorularak ğretmen adaylarının bu süreçte bilimsel bilgilerini, var olan teknolojiyi, 21.yy becerilerini kullanma düzeyleri belirlenir.

Teknoloji: Ders süresince ğretmen adayları teknolojiyi değişik zaman ve aralıklarda kullanırlar. Daha sonra kendileri teorik bilgilerini mühendislik becerilerine 21. yüzyıl gerektirdiği becerilerden bazılarını da entegre ederek bir prototip oluştururlar. Öğretmen adaylarının elde ettiği prototipler teknoloji boyutu olduğu ve teknolojinin sadece bu olmadığı sürecinde teknolojinin bir boyutu olduğu ğretmen adaylarına benimsetilir. Bu aşamada araştırmacı biraz daha etkilidir.

4. STEM Uygulamalarının Yazılması

TASARIM GÖREVİ: Havanın İtme Kuvvetiyle alıŐan Araba Tasarımı

Sizden bir araba tasarlamanız istenmektedir. Bu arabanın havanın itme kuvvetiyle hareket etmesi ve hareketinden sonra dışarıdan herhangi bir etkinin olmaması gerekmektedir. Prototipini yapacağınız arabanın 3 metre yolu en fazla 5 saniyede kat etmesi beklenmektedir. Bu prototip istenen diğer koŐulları sağladıktan sonra özgünlük ve estetiklik açısından da değerlendirilecektir.

5. STEM Uygulamalarının Uygulanması: Bu aşamada öğretmen adaylarından Hynes vd., (2011) geliştirmiş oldukları mühendislik tasarım süreci basamaklarını göz önünde bulundurmaları istenmiştir. Öğretmen adaylarının yapmış oldukları prototipler bu tasarım süreci basamakları göz önünde bulundurularak değerlendirilmiştir.

ÖZGEÇMİŞ

03.11.1988 tarihinde Nevşehir’de doğdu. İlk, ortaokul ve lise öğrenimini Nevşehir’de tamamladı. 2015 yılında Muş Alparslan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği Bölümü’nden mezun oldu. Aynı yıl Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisansa başladı.

Seda ALTAŞ