



**MÜHENDİSLİK TASARIM TEMELLİ FEN ÖĞRETİMİNİN SINIF
ÖĞRETMENİ ADAYLARININ KARAR VERME, BİLİMSEL
YARATICILIK VE TASARIM BECERİLERİNE ETKİSİ**

Elçin Ayaz

DOKTORA TEZİ

TEMEL EĞİTİM ANABİLİM DALI

GAZİ ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

HAZİRAN, 2019

TELİF HAKKI VE TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU

Bu tezin tüm hakları saklıdır. Kaynak göstermek koşuluyla tezin teslim tarihinden itibaren 24 ay sonra tezden fotokopi çekilebilir.

YAZARIN

Adı : Elçin

Soyadı : AYAZ

Bölümü : Sınıf Eğitimi Bilim Dalı

İmza :

Teslim tarihi :

TEZİN

Türkçe Adı : Mühendislik Tasarım Temelli Fen Öğretiminin Sınıf Öğretmeni Adaylarının Karar Verme, Bilimsel Yaratıcılık ve Tasarım Becerilerine Etkisi

İngilizce Adı : The Effect of Engineering Design Based Science Teaching on Classroom Decision Making, Scientific Creativity and Design Skills of Classroom Teacher Candidates

ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI

Tez yazma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyduğumu, yararlandığım tüm kaynakları kaynak gösterme ilkelerine uygun olarak kaynakçada belirttiğimi ve bu bölümler dışındaki tüm ifadelerin şahsıma ait olduğunu beyan ederim.

İmza :

Yazar Adı Soyadı: Elçin AYAZ

JÜRİ ONAY SAYFASI

Elçin AYAZ tarafından hazırlanan “Mühendislik Tasarım Temelli Fen Öğretiminin Sınıf Öğretmeni Adaylarının Karar Verme, Bilimsel Yaratıcılık ve Tasarım Becerilerine Etkisi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Gazi Üniversitesi Temel Eğitim Anabilim Dalı’nda Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Rabia SARIKAYA

R. Sarıkaya

(Sınıf Eğitimi Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi)

Üye: Prof. Dr. Havva YAMAK

H. Yama

(Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi)

Üye: Prof. Dr. Nejla YÜRÜK

N. Yürük

(Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi)

Üye: Doç. Dr. Sedef CANBAZOĞLU BİLİCİ

S. Canbaz

(Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı, Aksaray Üniversitesi)

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Hamdi KARAKAŞ

H. Karakaş

(Hayat Boyu Öğrenme ve Yetişkin Eğitimi Anabilim Dalı, Cumhuriyet Üniversitesi)

Tez Savunma Tarihi: 24 / 06 / 2019

Bu tezin Temel Eğitim Anabilim Dalı’nda Doktora tezi olması için şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Prof. Dr. Selma YEL

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürü

.....

Canım aileme ve yeğenlerime...

TEŞEKKÜR

Araştırmanın her aşamasında bana destek olan, akademik bakış açısını ve çalışma disiplinini örnek aldığım, kıymetli danışman hocam Prof. Dr. Rabia SARIKAYA'ya teşekkürlerimi sunarım. Değerli hocama araştırma sürecindeki ilgisi, motivasyonu, hızlı ve etkili dönütleriyle yanımda olduğu için sonsuz teşekkürlerimi bildiriyor ve saygılarımı sunuyorum.

Tez çalışma sürecinde ve tezin şekillenme aşamasında bana her türlü katkıyı sunan değerli hocalarım sayın Prof. Dr. Nejla YÜRÜK'e ve sayın Prof. Dr. Havva YAMAK'a saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamda olan katkılarından ve önerilerinden dolayı kıymetli hocam Doç. Dr. Sedef CANBAZOĞLU BİLİCİ'ye, bu süreçte desteğini esirgemeyen akademik ve her türlü konuda içtenlikle yardımcı olan örnek aldığım değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Hamdi KARAKAŞ'a teşekkürlerimi sunarım.

Doktora sürecimde desteklerini esirgemeyen ve bu yolculukta beni yalnız bırakmayan değerli insanlar Öğr. Gör. Sevinç AKKAYA'ya, Arş. Gör. Rukiyye YILDIZ'a, Arş. Gör. Okan DORUK'a, Arş. Gör. Sare TÜRKMEN'e, Arş. Gör. Kübra KANAT'a ve çocukluk arkadaşım, kıymetli insan Arş. Gör. Emre SÖNMEZ'e çok teşekkür ederim. Yol arkadaşlarım ve kıymetli dostlarım, Gülşen ÇELİK'e, Ebru POLAT'a ve Esra KAYA'ya verdikleri manevi destekten dolayı teşekkürlerimi sunarım.

“Yurt içi Doktora Burs Programı” kapsamında doktora eğitimim süresince maddi destek sağlayan Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) Bilim İnsanı Destekleme Daire Başkanlığı (BİDEB)'na teşekkürlerimi sunarım.

Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Birimi'ne 04/2018-03 kodlu proje kapsamında doktora tezime sağladığı maddi destekten dolayı teşekkürlerimi sunarım.

MÜHENDİSLİK TASARIM TEMELLİ FEN ÖĞRETİMİNİN SINIF ÖĞRETMENİ ADAYLARININ KARAR VERME, BİLİMSEL YARATICILIK VE TASARIM BECERİLERİNE ETKİSİ

(Doktora Tezi)

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Haziran, 2019

ÖZ

Küresel anlamda eğitim sistemi üzerinde büyük etkisi olan Amerika Birleşik Devletleri'nde araştırma/sorgulama temelli yürütülen fen eğitimine mühendislik süreci dâhil edilmeye başlamıştır. Mühendislik tasarım sürecinde, günlük hayattaki problemlerin çözümü için, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) disiplinleri birleştirilerek STEM entegrasyonu sağlanmaya çalışılmaktadır. STEM disiplinlerinin belirli kazanımlar doğrultusunda birlikte ele alınması bütünlüklü STEM kavramını ortaya çıkarmıştır. Ülkemizde ilkokul ve ortaokul fen bilimleri dersi öğretim programı 2018 yılında güncellenerek bu programda fen bilimleri, teknoloji, mühendislik ve matematik entegrasyonunun sağlanması gerektiği vurgulanmış ve dördüncü sınıftan itibaren fen bilimleri dersine mühendislik ve tasarım becerileri eklenmiştir. Erken yaşlarda mühendislik tasarım temelli uygulamaların yapılabilmesi öncelikle bu konuda öğretmenlerin yeterli olmasına bağlıdır. Bu nedenle özellikle eğitim fakültelerinde lisans eğitimi alan öğretmen adaylarının STEM eğitimi almaları ve mühendislik tasarım temelli uygulamalara hâkim olmaları önem arz etmektedir. Ayrıca, öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerinden yaratıcı düşünme, karar verme gibi becerileri kazanmaları da oldukça önemlidir. Bu çalışmanın amacı da mühendislik tasarım temelli fen öğretiminin sınıf

öğretmeni adaylarının karar verme becerisi, mühendislik tasarım temelli süreç becerisi ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisini incelemektir. Bu çalışma karma araştırma yönteminden iç içe gömülü desene göre planlanmıştır. Çalışmanın nicel kısmında deneysel desenlerden “ön test-son test kontrol gruplu seçkisiz desen” kullanılmış nitel kısmında ise nicel süreçlerde toplanan veriler açıklanmıştır. Çalışmanın katılımcıları, kolay ulaşılabilir yolla seçilmiştir. Çalışma grubu 2017-2018 eğitim-öğretim yılında Ankara’daki bir devlet üniversitesinde Eğitim Fakültesi Sınıf Eğitimi Anabilim Dalı 2. sınıfta okuyan 27 deney ve 33 kontrol grubu olmak üzere 60 öğretmen adayından oluşmaktadır. Uygulamalar Fen ve Teknoloji Laboratuvar Uygulamaları-II dersinde yapılmış ve toplam 14 hafta sürmüştür. Kontrol grubunda ilkökul 4. sınıf Fen Bilimleri dersi kazanımları 5E öğrenme modeline göre işlenmiştir. Deney grubunda ise 5E öğrenme modeli içinde Mühendislik Tasarım Temelli Fen Öğretimi (MTTFÖ) uygulanmış ve ilkökul 4. sınıf Fen Bilimleri dersi kazanımları STEM’in içerik entegrasyonu temeline dayandırılmıştır. MTTFÖ sürecinde sınıf öğretmeni adaylarının karar verme becerileri ölçülürken Ercan ve Bozkurt (2013) tarafından geliştirilen ve Bozkurt (2014) tarafından öğretmen adayları için revize edilen “Karar Verme Beceri Testi (KVT)”; bilimsel yaratıcılıkları ölçülürken Hu ve Adey (2002) tarafından geliştirilen, Kadayıfçı (2008) tarafından uyarlanan “Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği (BYT)” ve mühendislik tasarım temelli süreç becerileri ölçülürken de “Mühendislik Tasarım Döngü Formları (MTDF)” kullanılmıştır. Nicel veriler bağımlı ve bağımsız gruplar t testi, tek yönlü tekrarlı ölçümler ANOVA, çok değişkenli varyans analizi (MANOVA) ile değerlendirilmiştir. MTTFÖ sürecinin başında, ortasında ve sonunda yapılan odak grup görüşmelerinden ve mühendislik tasarım döngü formlarından elde edilen nitel veriler ise içerik analizi ile değerlendirilmiştir. MTTFÖ süreci sonunda nicel bulgular incelendiğinde; deney grubu sınıf öğretmeni adaylarının karar verme becerisi ortalama puanlarının ($\bar{X}=0,71$, $ss=0,12$) kontrol grubunun ortalama puanlarından ($\bar{X}=0,57$, $ss=0,19$) anlamlı düzeyde farklı olduğu ($p<0,05$) ve aradaki farkın yüksek etki değerine sahip olduğu (Cohen’s $d= 0,84$) bulunmuştur. Bununla birlikte deney grubu sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel yaratıcılık ortalama puanlarının ($\bar{X}=11,53$, $ss=2,15$) kontrol grubunun ortalama puanlarına ($\bar{X}=6,45$, $ss=3,75$) göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklı olduğu ($p<0,05$) ve aradaki farkın yüksek etki değerine sahip olduğu (Cohen’s $d= 1,62$) tespit edilmiştir. Ayrıca bilimsel yaratıcılığın özellik boyutunun; akıcılık, esneklik ve özgünlük alt boyutlarında da deney grubu lehine anlamlı düzeyde farklılık gözlenmiştir. Benzer şekilde, deney grubu sınıf öğretmeni adaylarının mühendislik tasarım süreç becerisi haftalık ortalama puanları süreç boyunca artmıştır. Yapılan tekrarlı ölçümler ANOVA sonuçlarına göre haftalık ortalama puanlar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı ($p<0,05$) ve yüksek etki değerine sahip olduğu (Cohen’s $d= 0,83$) görülmüştür. Bu araştırmanın sonucunda mühendislik tasarım temelli fen öğretimi ile derslerin işlendiği sınıf öğretmen adaylarının karar verme, bilimsel yaratıcılık ve mühendislik tasarım temelli süreç becerilerinde olumlu yönde gelişmeler olduğu saptanmıştır. Araştırmanın nitel kısmında sınıf öğretmeni adayları mühendislik tasarım

süreci, karar verme süreci ve bilimsel yaratıcılık arasında ilişki kurarak, problemlere uygun çözümler üretilirken benzer aşamalardan yararlandıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca, öğretmen adaylarının MTTFÖ sürecinde karar verme, bilimsel düşünme ve mühendislik tasarım temelli süreç becerilerinin geliştiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler :STEM (Science, Technology, Mathematic, Engineering) sınıf öğretmeni adayları, fen öğretimi, karar verme becerisi, bilimsel yaratıcılık, mühendislik tasarım temelli süreç becerisi.

Sayfa Adedi : 318

Danışman : Prof. Dr. Rabia SARIKAYA

**THE EFFECT OF ENGINEERING DESIGN BASED SCIENCE
TEACHING ON DECISION MAKING, SCIENTIFIC CREATIVITY,
AND DESIGN SKILLS OF CLASSROOM TEACHER CANDIDATES**
(PhD Thesis)

Elçin AYAZ

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE OF EDUCATIONAL SCIENCES

June 2019

ABSTRACT

In the United States, which has a major impact on the global education system, the engineering process has begun to be incorporated into science education that has been conducted on the basis of research/inquiry. In the engineering design process, STEM integration is tried to be achieved by combining the disciplines of science, technology, engineering and mathematics (STEM) to solve the problems in daily life. The combination of STEM disciplines towards certain objectives led to the concept of integrated STEM. In our country, the primary and secondary school science curriculum was updated in 2018 and it was emphasized that there should be integration of science, technology, engineering and mathematics and engineering and design skills added to the science lesson beginning with the fourth grade. The ability to make engineering design based applications at an early age depends primarily on the adequacy of teachers. For this

reason, it is important that prospective teachers, who receive their undergraduate degree from especially the faculties of education, are provided with STEM education and they are mastered in engineering design based applications. It is also very important that students have the skills of the 21st century, namely creative thinking and decision-making. The aim of this study is to investigate the effect of engineering design based science teaching on classroom teacher candidates' decision making skills, scientific creativity and engineering design based process skills. This study was planned according to the embedded design, a mixed research method. An experimental design, namely “randomized design with pre-test and post-test control group”, was used for the purposes of the quantitative part of the study, where the qualitative part explained the data collected through the quantitative processes. The participants of the study were selected in a convenience sampling way. The study group consisted of 60 pre-service teachers (27 experimental and 33 control groups) in the second year of the Faculty of Education in a public university in Ankara during the 2017-2018 educational year. The study was conducted during the Science and Technology Laboratory Applications-II course and lasted 14 weeks. In the control group, elementary school 4th grade Science course objectives were taught according to 5E learning model. In the experimental group, Engineering Design Based Science Teaching (EDBST) was applied within the 5E learning model and the 4th grade Science course objectives were based on STEM's content integration. “Decision Making Skills Test” (DMST) developed by Ercan and Bozkurt (2013) and revised for teacher candidates by Bozkurt (2014) was used to measure the decision-making skills of the classroom teacher candidates; “Scientific Creativity Scale” developed by Hu and Adey (2002) and adapted by Kadayıfçı (2008) was used to measure their scientific creativity; and finally, “Engineering Design Cycle Forms” (EDCF) was used to measure engineering design-based process skills for the purposes of EDBST. Quantitative data were evaluated by dependent and independent groups t test, one-way repeated measures ANOVA, and multivariate analysis of variance (MANOVA). The qualitative data obtained from the focus group interviews and engineering design cycle forms at the beginning, middle and end of the EDBST process were evaluated by content analysis. At the end of the EDBST process, upon review of the quantitative findings; it was seen that the mean scores of the classroom teacher candidates for decision-making skills in the experimental group ($\bar{X} = 0,71$, $ss = 0,12$) were significantly different from the mean scores of the control group ($\bar{X} = 0,57$, $ss = 0,19$) ($p < 0,05$) and that said difference was found to have a high effect value (Cohen's $d = 0,84$). Furthermore, the mean scores of classroom teacher candidates for scientific creativity of the experimental group ($\bar{X} = 11,53$, $ss = 2,15$) were statistically significantly different compared to the mean scores of the control group ($\bar{X} = 6,45$, $ss = 3,75$) ($p < 0,05$) and that said difference was found to have a high effect value (Cohen's $d = 1,62$). In addition, the properties domain of scientific creativity were also significantly different in favor of the experimental group in fluency, flexibility and originality subdomains.

Similarly, the weekly mean scores of engineering design process skills of experimental group classroom teacher candidates increased during the process. According to the repeated ANOVA results, the difference between the weekly mean scores were statistically significant ($p < 0,05$) and had a high effect value (Cohen's $d = 0,83$). As a result of this research, it has been found that there are positive developments in the decision making, scientific creativity and engineering design based process skills of the prospective classroom teachers where the courses are taught with engineering design based science teaching. In the qualitative part of the research, prospective classroom teachers stated that they make use of similar stages in producing appropriate solutions to problems by establishing a relationship between engineering design process, decision making process, and scientific creativity. In addition, it has been observed that teacher candidates' decision-making, scientific thinking, and engineering design-based process skills are improved during the EDBST process.

Key words :STEM (Science, Technology, Mathematic, Engineering) classroom teacher candidates, science teaching, decision-making skills, scientific creativity, engineering design-based process skills.

Page number : 318

Supervisor : Prof. Dr. Rabia SARIKAYA

İÇİNDEKİLER

TELİF HAKKI VE TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU	i
ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI.....	ii
JÜRİ ONAY SAYFASI	iii
ÖZ.....	vi
ABSTRACT	ix
İÇİNDEKİLER	xii
TABLolar LİSTESİ.....	xvi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xviii
SİMGE VE KISALTMALAR LİSTESİ	xx
BÖLÜM I.....	1
GİRİŞ	1
1.1. Problem Durumu	1
1.2. Araştırmanın Amacı ve Önemi.....	9
1.3. Problem Cümlesi ve Alt Problemler	14
1.3.1. Araştırmanın Nicel Kısımına Yönelik Alt Problemler	14
1.3.2. Araştırmanın Nitel Kısımına Yönelik Alt Problemler	16
1.4. Sınırlılıklar.....	17
1.5. Sayıtlılar.....	18
1.6. Tanımlar	18

BÖLÜM II	20
KAVRAMSAL ÇERÇEVE.....	20
2.1. Değişen Dünya Standartları ve Fen Eğitimi.....	20
2.2. STEM Eğitim Anlayışının Ortaya Çıkışı.....	22
2.3. Bütünleşik STEM Eğitimi	24
2.4. Fen, Matematik, Teknoloji Disiplinleri ve Mühendislik	26
2.5. Mühendislik Tasarım Süreci.....	28
2.6. Mühendislik Tasarım Temelli Fen Öğretimi İle İlgili Yaklaşımlar	31
2.7. MTTFÖ ve Karar Verme Becerisi	43
2.8. MTTFÖ ve Bilimsel Yaratıcılık.....	48
2.8.1. Yaratıcılık	48
2.8.2. Bilimsel Yaratıcılık.....	53
2.9. İlgili Araştırmalar.....	59
2.9.1. Mühendislik Tasarım Süreci ve STEM Eğitim Yaklaşımı İle İlgili İlkokul ve Ortaokul Öğrencilerine Yönelik Yapılan Çalışmalar	60
2.9.2. Mühendislik Tasarım Süreci ve STEM Eğitim Yaklaşımı İle İlgili Öğretmen Adaylarına Yönelik Yapılan Çalışmalar	67
2.9.3. Mühendislik Tasarım Süreci ve STEM Eğitim Yaklaşımı İle İlgili Öğretmenlere Yönelik Çalışmalar.....	72
BÖLÜM III.....	76
YÖNTEM.....	76
3.1. Araştırma Modeli.....	76
3.2. Çalışmanın Evreni ve Örneklemi	79
3.3. Çalışma Grubu	81
3.4. Araştırmacının Rolü	82
3.5. Veri Toplama Araçları	83

3.5.1. Karar Verme Beceri Testi	83
3.5.2. Bilimsel Yaratıcılık Testi	85
3.5.3. Haftalık Mühendislik Tasarım Süreç Formu	90
3.5.4. Odak Grup Görüşmesi	92
3.6. Araştırma Süreci.....	93
3.6.1. Nicel Araştırma Süreci	93
3.6.2. Nitel Araştırma Süreci.....	98
3.6.3. Uygulama Süreci	100
3.7. Verilerin Analizi.....	107
3.8. Geçerlik ve Güvenirlik	113
3.8.1. Nicel Araştırma Bakış Açısıyla Geçerliği Sağlamaya Yönelik Prensipeler	113
3.8.2. Nicel araştırma Bakış Açısıyla Güvenirliği Sağlamaya Yönelik Prensipeler	114
3.8.3. Nitel Bakış Açısıyla Geçerlik ve Güvenirliği Sağlamaya Yönelik Prensipeler	114
BÖLÜM IV	118
BULGULAR.....	118
4.1. Nicel Araştırma Problemlerine Yönelik Bulgular:	118
4.2. Nitel Araştırma Problemlerine Yönelik Bulgular:	134
BÖLÜM V.....	180
SONUÇ VE TARTIŞMA	180
5.1. Karar Verme Becerisi ile İlgili Sonuçlar	180
5.2. Bilimsel Yaratıcılık İle İlgili Sonuçlar	189

5.3. Mühendislik Tasarım Temelli Fen Öğretiminin Mühendislik Tasarım Temelli Süreç Becerisine Etkisi İle İlgili Sonuçlar	198
5.4. Öneriler	206
5.4.1. Araştırmacılara Yönelik Öneriler	206
5.4.2. Öğretmenlere ve Yöneticilere Yönelik Öneriler.....	207
KAYNAKLAR	209
EKLER.....	233
EK 1. Etik Komisyonu.....	234
EK.2. Veri Toplama Araçlarını Kullanma İzinleri.....	235
EK 3. “Alan Uzmanlarıyla Nitel Temelli Araştırmalara Yolculuk-III” Katılım Belgesi.....	236
EK 4. “Başarı Testi Nasıl Geliştirilir? Farklı Ölçme Kuramlarına Göre Tüm Yönleriyle Başarı Testi Geliştirme” Katılım Belgesi	237
EK 5. “STEM Öğretmeni Eğitim Programı” Katılım Sertifikası	238
EK 6. “Eğitimde Yeni Bir Yaklaşım: STEM Eğitimi” Seminer Katılım Belgesi.....	239
EK 7. “Sınıf öğretmenleri için STEM Eğitimi” Atölye Yürütücü Belgesi.....	240
EK 8. Karar Verme Beceri Testi	241
EK 9. Bilimsel Yaratıcılık Deney Grubu Ön test-Son test Puanları	252
EK 10. Bilimsel Yaratıcılık Kontrol Grubu Ön test-Son test Puanları	253
EK 11. Mühendislik Tasarım Süreç Formu (Bireysel ve Grupla).....	254
EK 12. Mühendislik Tasarım Sürecini Değerlendirme Rubriği.....	258
EK 13. Odak Grup Görüşme Soruları.....	260
EK 14. Kontrol Grubu 5E Öğrenme Modeline Göre Ders Planı	262
EK 15. Deney Grubu 5E Öğrenme Modeline Göre Ders Planı	270
EK 16. MTTFÖ Sürecine Göre Yürütülmüş Bir Mühendislik Tasarım Formu	281
EK 17. Özgeçmiş	291

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1 Çalışmanın Örneklemi	81
Tablo 2 Çalışma Grubu	81
Tablo 3 Araştırmadaki Nicel Kurgu	94
Tablo 4 MTTFÖ Sürecinde Kullanılan Kazanımlar Problem Durumları	95
Tablo 5 Araştırmadaki Nitel Kurgu	99
Tablo 6 Bağımsız Gruplar T Testi Normallik Dağılım Sonuçları.....	108
Tablo 7 Bağımsız Gruplar T Testi için Levene's Testi Sonuçları.....	109
Tablo 8 Bağımlı Gruplar T Testi Normallik Dağılım Sonuçları.....	109
Tablo 9 Nitel Veri Analizinde Karar Verme Süreci ile İlgili Örnek Kod-Tema Listesi	112
Tablo 10 Sınıf Öğretmeni Adaylarının Süreç Öncesi Karar Verme Becerisi Ortalama Puanları	119
Tablo 11 Sınıf Öğretmeni Adaylarının Süreç Sonrası Karar Verme Becerisi Ortalama Puanları	120
Tablo 12 Deney Grubunun Karar Verme Becerileri Ön Test-Son Test Ortalama Puanları	121
Tablo 13 5E Öğrenme Modeliyle Derslerin İşlendiği Kontrol Grubunun Karar Verme Becerisi Ön Test-Son Test Ortalama Puanları	122
Tablo 14 Sınıf Öğretmeni Adaylarının Süreç Öncesi Bilimsel Yaratıcılık Ortalama Puanları	123
Tablo 15 Sınıf Öğretmeni Adaylarının Süreç Sonrası Bilimsel Yaratıcılık Ortalama Puanları	123

Tablo 16 Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılığın Alt Boyutları Olan Akıcılık, Esneklik ve Özgünlük Puanların Aritmetik Ortalama, Standart Sapma, En Küçük ve En Büyük Değerleri	126
Tablo 17 Sınıf Öğretmeni Adaylarının BYT'nin Akıcılık, Esneklik ve Özgünlük Alt Boyutlarından Aldıkları Puanların Tek Faktörlü MANOVA İle Karşılaştırılmasına Yönelik Sonuçlar	127
Tablo 18 MTTFÖ İle Derslerin İşlendiği Deney Grubunun Bilimsel Yaratıcılık Ön Test-Son Test Ortalama Puanları	128
Tablo 19 5E Öğrenme Modeline Göre Derslerin İşlendiği Kontrol Grubunun Bilimsel Yaratıcılık Ön Test-Son Test Ortalama Puanları	129
Tablo 20 Mühendislik Tasarım Temelli Süreç Becerisi Ortalama Puanları	130
Tablo 21 Mühendislik Tasarım Temelli Süreç Beceri Ortalama Puanlarının Tek Yönlü Tekrarlı Ölçümler ANOVA İle Karşılaştırılmasına Yönelik Sonuçlar.....	132
Tablo 22 Mühendislik Tasarım Temelli Süreç Becerisi Ortalama Puanlarının Bonferroni Testi İle İkili Karşılaştırmaları	133
Tablo 23 Sınıf Öğretmeni Adaylarının Odak Grup Görüşmelerine Göre Karar Verme Sürecindeki Değişiklikler	152
Tablo 24 Odak Grup Görüşmelerine Göre Bilimsel Yaratıcılık Süreci.....	157
Tablo 25 MTTFÖ Uygulamalarının Bilimsel Yaratıcılığa Etkisinin Odak Grup Görüşmelerine Göre Farklılaşması	169

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Geometrik şekiller	1
Şekil 2. Klon makinası	1
Şekil 3. Yapılandırmacı fen dersleri için tasarım/bilimsel araştırma-sorgulama yaklaşımı düzlemi	21
Şekil 4. NASA Mühendislik tasarım döngüsü	30
Şekil 5. Mühendislik temelli yaklaşımların yapılandırmacı fen dersleri için tasarım ve bilimsel araştırma-sorgulama düzlemine göre değerlendirilmesi	36
Şekil 6. Mühendislik tasarım süreci ekseninde yapılandırılan fen eğitimi eğitimi	37
Şekil 7. Lise öğrencileri için önerilen mühendislik tasarım süreci	38
Şekil 8. Bilimsel yaratıcılık modeli	56
Şekil 9. Bilimsel yaratıcılık ve diğer disiplinlerle ilişkisi	58
Şekil 10. Karma yöntem araştırma desenleri.....	77
Şekil 11. Karma gömülü desen temel prosedürler akış şemasına göre düzenlenmiştir	79
Şekil 12. Karar verme testi örnek sorular	84
Şekil 13. Bir kareyi dört eşit parçaya bölen modeller	89
Şekil 14. Nitel Veri Analiz Süreci	99
Şekil 15. Uygulama sırasında bilgisayar kullanımı ve çizimler	102
Şekil 16. Uygulamalar sırasındaki ürün tasarlama süreci	103
Şekil 17. Sketch-Up programı ile 3D prototip örneği	104
Şekil 18. Kağıda çizilmiş prototip örneği	105
Şekil 19. Elde edilen baraj ürünü	106
Şekil 20. Mühendislik tasarım sürecindeki tasarlanan bazı ürünler	107

<i>Şekil 21.</i> Bilimsel yaratıcılık boyutları (akıcılık, esneklik, özgünlük) son test ortalama puanları	125
<i>Şekil 22.</i> Mühendislik tasarım temelli süreç beceri ortalama puanlar arası değişim	131
<i>Şekil 23.</i> Sınıf öğretmeni adaylarının bireysel ve grupla karar verme süreci	134
<i>Şekil 24.</i> Sınıf öğretmeni adaylarının MTTFÖ sürecinde başvurdukları kaynaklar	138
<i>Şekil 25.</i> MTTFÖ sürecindeki kriter ve sınırlılıklar.....	141
<i>Şekil 26.</i> Sınıf öğretmeni adaylarının karar verme sürecindeki yetersizlikleri ve önerileri	145
<i>Şekil 27.</i> Üçüncü gruptaki öğretmen adaylarının ilk tasarımlarından prototip örnekleri (dünyanın hareketlerini modelleme, buzdolabı)	146
<i>Şekil 28.</i> Üçüncü gruptaki öğretmen adaylarının ilerleyen haftalardaki tasarımlarından prototip örnekleri (oyuncak araba, terazi).....	147
<i>Şekil 29.</i> Sınıf öğretmeni adaylarının karar verme sürecindeki değişiklikler	152
<i>Şekil 30.</i> Bilimsel yaratıcılık süreci	157
<i>Şekil 31.</i> Sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel yaratıcılık sürecinde başvurdukları kaynaklar.....	161
<i>Şekil 32.</i> Sınıf öğretmeni adaylarına göre yaratıcılık ve bilimsel yaratıcılık arasındaki farklar.....	163
<i>Şekil 33.</i> Sınıf öğretmeni adaylarına göre MTTFÖ süreci ile bilimsel yaratıcılık arasındaki ilişki	166
<i>Şekil 34.</i> MTTFÖ sürecinin bilimsel yaratıcılığa etkisi	169
<i>Şekil 35.</i> Sınıf öğretmeni adaylarına göre karar verme ve bilimsel yaratıcılık ilişkisi	173
<i>Şekil 36.</i> Sınıf öğretmeni adaylarının MTTFÖ sürecinin sağladığı katkılar hakkındaki görüşleri	176

SİMGE VE KISALTMALAR LİSTESİ

ANOVA	Analysis of Variance
BYT	Bilimsel Yaratıcılık Testi
EDBST	Engineering Design Based Science Teaching
EDCF	Engineering Design Cycle Forms
DMST	Decision Making Skills Test
FTTÇ	Fen, Teknoloji, Toplum, Çevre
GRC	Glenn Research Center
IEA	International Association for the Evaluation of Educational Assessment
KVBT	Karar Verme Beceri Testi
MEB	Milli Eğitim Bakanlığı
MANOVA	Multivariate Analysis of Variance
MTTFÖ	Mühendislik Tasarım Temelli Fen Öğretimi
NAE	National Academy of Engineering
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NGGS	Next Generations Science Standards
NRC	National Research Council
NSF	National Science Foundation
PIRL	The Project of International Reading Language Skills
PISA	Programme for International Student Assessment

STEM Science, Technology, Engineering, Mathematics

TIMMS Trends in International Mathematics and Science Study

BÖLÜM I

GİRİŞ

1.1. Problem Durumu

Bir toplumun temelini oluşturan çocukların sahip oldukları gelecek algısı, o toplumun geleceğini şekillendirmek için oldukça önemli bir yere sahiptir. Şeker ve Şahin (2012) yaptıkları araştırmada beşinci sınıf öğrencilerinin çizdikleri resimlerle gelecek algılarını ortaya koymaya çalışmışlardır. Gelecekteki teknoloji algısı ile ilgili resim çizen 5.sınıf öğrencileri farklı geometrik şekillerden oluşan mimari yapılar ve yürüyen toplarla sağlanan ulaşım hizmetini resmetmişlerdir (Şekil 1). Ayrıca klon makinasıyla gelecekte zamansızlık sorununun yaşanmayacağını belirtmişlerdir (Şekil 2).



Şekil 1.Geometrik şekiller



Şekil 2.Klon makinası

Şekil 1 ve 2'deki öğrenci çizimlerinde de görüldüğü üzere günümüz çocukları gelecekle ilgili teknolojik içerikli beklentilere sahiptir. Bu çocuklar teknolojinin önemini göz ardı etmeden onu hayatın çok önemli bir parçası olarak görmektedir. Bugünün çocuklarının beklentileri yarınlar için umut olacaktır. Dolayısıyla ülkelerin güçlü yapıya sahip olabilmesi için bunu inşa edecek olan çocukların iyi bir eğitim almaları gerekmektedir. Günümüzde ülkelerin dünyanın önde gelen güçlü devletleri arasında yer almaları ve gelişmişlik seviyelerini yükseltmeleri için başta eğitim sistemleri olmak üzere; ekonomik, siyasi, kültürel, sosyal varlıklarını korumaları gerekmektedir. Bireylerin her an hızlı bir şekilde değişen ve yenilenen 21. yüzyıl dünyasında var olabilmek için ise eleştirel düşünme, işbirliği, yaratıcılık, üstbilişsel düşünme, karar verme gibi becerilere sahip olması gerekmektedir (Lai & Viering, 2012). Bu beceriler bireylerin yaşam boyu öğrenmelerini sağlamada ve başarılı bir mesleğe sahip olmaları konusundaki farkındalıklarını artıracaktır (Kuzu, Günüş & Odabaşı, 2013). Ülkelerin askeri ve ekonomik açıdan güçlü olabilmesi için, büyük yüzölçümlerine veya doğal kaynaklarının bol olmasına gerek yoktur (Ercan, 2014). Ancak, ülkelerin teknolojik gelişmeler ışığında bilgi üretebilmeleri çok daha önemlidir. Teknolojinin ve bilginin gereksinimlere uygun olarak üretilmesinde inovatif düşünme ön plana çıkmaktadır. İnovatif düşünmede, bireyler teknolojiyi tüketmenin ötesine geçerek yenilikçilik ışığında onu üreterek günlük hayatın büyük kısmını teknolojik gelişmelere göre şekillendirmektedir. Dolayısıyla, günlük yaşam becerileri elde etmek için klasik kâğıt-kalem uygulamalarının yetersiz kaldığını kabullenip dijital çağa ayak uydurmaya ihtiyacımız olduğu gerçeğini anlamak gerekmektedir (Resnick, 2002). Böylece, bireyler teknolojik anlamda genel bir bakış açısına sahip olarak, teknolojiyi sadece ürün kullanmak olarak görmenin ötesinde görebilirler.

Değişen dünya standartları eğitimin çıktısı olacak nihai hedeflerini de şekillendirmektedir. Bireylerden beklenen nitelikli teknolojik okuryazarlık artık mühendislik disipliniyle bütünleştirilmektedir. Mühendislik, fen ve teknoloji arasında

kurulan bu ilişki tasarım temelli eğitim anlayışının hızlanmasını sağlamaktadır. Bu anlayış bilimin doğasının da doğru anlaşılmasına katkı sağlayacaktır. Bilimin doğasının anlaşılmasında ilk yıllarda deneysel uygulamaların tek başına yeterli olmadığı ve bilimin doğasını geliştirmede eksik kaldığı düşünülerek özellikle fen bilimlerinde bilimsel sorgulamanın öneminden bahsedilmiştir (Schwartz, Akom, Skjold, Hong, Kagumba & Huang, 2007). Bilimsel sorgulamaya dayalı yürütülen fen derslerinin öğrencilerin proje tabanlı öğretimine katkı sunacağı belirtilmiştir. Daha sonraları bilimsel sorgulamanın yanında tasarım temelli veya mühendislik temelli fen eğitiminin de bilimin doğasını anlamaya yardımcı olacağı gündeme getirilmiştir.

Tasarım kelimesi, mühendislik alanlarında 1960'ların sonlarından beri kullanılmasına rağmen eğitim alanlarına sonradan girmiştir (Kelly, 2008). Tasarımın eğitim süreçleri üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Tasarım kavramı bireylerin, sosyal ve beşeri bilimler çerçevesinde ele alınan süreçte yaratıcı kimlikleriyle problem çözebilmeleri olarak tanımlanmaktadır (Ercan & Şahin, 2015). Baynes (1994) tasarımın bireylerin girişimleri ve çabaları sonucunda elde edildiğini ve çocukların tasarım öğelerinin birçoğunu oyunlar aracılığı ile öğrenebileceğini ifade etmektedir (Schneider & Krajick, 2002). Kolodner, Crismond, Gray, Holbrook ve Puntambekar (1998) ise, yapısalcı eğitim anlayışlarında problem temelli ve durum temelli araştırmaların geliştirilmesiyle öğrenme ortamlarında tasarım temelli öğrenmenin gerçekleştirilmesi gerektiğini belirtmektedir. Roth (1996), ilköğretim sınıfında mühendislik tasarım ortamında öğrenme durumlarını incelemiştir, tasarımın bir öğretim aracı olmasının yanında öğrencilerinin faaliyetlerini değerlendirmede önemli etkiye sahip olduğunu belirtmektedir. Penner, Giles, Lehrer ve Schauble (1997) tasarım bağlamında çocukların bilimsel düşüncelerini geliştirecek fiziksel modellemelerin kullanılması gerektiğini ve bu süreçte öğretmenin öğrencilere rehber olarak kendi modellemelerini oluşturmalarına yardımcı olması gerektiğini ifade etmektedir. Wendell, Connolly, Wright, Jarvin, Rogers, Barnett ve Marulcu (2010) fen eğitiminde tasarımın, özellikle de

fiziksel modellemenin önemli olduğu belirtmektedir. Günümüzde ise tasarım sürecinde mühendislik kavramının daha çok vurgulandığı görülmektedir.

Dünya eğitim sistemine yön veren Amerika Birleşik Devletleri (ABD)' de uzun yıllar sorgulamaya dayalı olarak yürütülen fen eğitimine, ülkenin yenilikçilik, mühendislik, ve bilimsel açıdan gelişmesi için yeni standartlar belirlenerek mühendislik süreci de dâhil edilmeye başlanmıştır. Yıllardır araştırmaya/sorgulamaya dayalı yürütülen fen eğitiminin, mühendislik tasarım yaklaşımı ile zenginleştirilmesi gerekliliği ortaya koyulmuştur (National Research Council [NRC], 2012; Akgündüz, Aydeniz,  akmak ı,  avaş,  orlu,  ner &  zdemir, 2015). Wendel (2008) fen derslerinin araştırma/sorgulama yaklaşımı ve tasarım yaklaşımına uygun yürütülmesiyle ilgili açıklamasında her iki yaklaşımın ayrı ayrı özelliklerinden bahsederek ikisinin ortak bir ekseninde birleştirilmesi gerektiğinden bahsetmektedir. Araştırma/sorgulamada çocukların doğru cevabı bulmak için veri topladığını, kanıt bulduğunu ve açıklama yaptığını belirtirken, tasarım etkinliklerinde bir probleme çözüm bulabilmek için prototip üreterek bunları test edip en iyi çözümü bulduklarını ifade etmektedir.

ABD'de endüstrinin ve kalkınmanın gerektirdiği standartlara ayak uydurmak için mühendislik uygulamalarının ilkokul ve ortaokullarda yürütülmesi için öncelikle ders dışı etkinlikler gibi informal öğrenmelerden başlanmıştır. Bu eğitimin okullarda olması gerektiği tartışmaları hız kazanınca STEM akımı başlamıştır (Akgündüz vd., 2015). Bybee (2010)'ye göre, STEM, genellikle fen ve matematikle birlikte değerlendirilmektedir ama teknoloji ve mühendislik kavramları da buna dâhil edilerek kullanılmalıdır. Anaokulundan 12. sınıfa kadar olan eğitimde mühendislik eğitiminin rolü oldukça önemlidir. Özellikle fen eğitiminde uygulanan mühendislik tasarım temelli  ğretim süreçleri yaygınlaşmaya başlamıştır. Mühendislik tasarım temelli fen  ğretiminde; fen, matematik, teknoloji ve mühendislik disiplinlerinin bir arada kullanıldığı STEM etkinlikleri bilim dünyasına önemli katkılar sunmakla birlikte, ülkelerin ihtiyaç duyduğu fen bilimleri ve mühendislik alanlarına olan ilgiyi de

artıracaktır (NRC, 2012); Next Generations Science Standards [NGGS], 2013; Ercan, 2014). Mühendislik kariyer bilincinin artması sosyolojik açıdan da topluma katkı sağlayacaktır. STEM'in doğru anlaşılıp 21. yüzyıl becerilerine katkı sağlaması konusunda dört disiplinle birlikte düşünülmesi mühendislik eğitiminin de öneminin anlaşılmasını sağlayacaktır. Bu dört disiplinin başka öğretim programlarıyla ilişkilendirilmesi bunların diğer disiplinlerde kullanılmasına katkı sağlayacaktır.

Fen bilimleri ve matematik gibi temel bilimlerin içeriği ile teknoloji ve mühendisliğin birleştirilerek yeniliklerin meydana gelmesi bütünleşik STEM kavramlarını ortaya çıkarmaktadır. Bilgi ve teknoloji çağının gerekliliği karşısında Bütünleşik STEM kavramı, her disiplinin ayrı ayrı ele alınmasından ziyade hepsinin bütünleştirilmesi esasına dayanır (Aslan-Tutak, Akaygün & Tezsezen, 2017). National Academy of Engineering [NAE] ve NRC (2009)'ye göre, eğitimde, matematik, bilim, teknoloji ve mühendislik alanlarındaki bilgi ve becerilerin ayrı ayrı düşünülmesinden ziyade bu dört alanı birbirine bağlayan 'bilgi idealler' oluşturmak önemlidir. Böylece öğrencilerin STEM alanlarına yönelik tutumları olumlu hale gelecek ve bu da kariyer seçimlerini etkileyecektir. STEM eğitiminde nihai hedef küresel ekonomide hayatta olan bilimsel okuryazar bireyler yetiştirmektir.

Literatürde STEM disiplinlerinin entegrasyonunun sağlandığı birçok farklı yaklaşım olmasına rağmen esas olarak üç ana yaklaşımdan bahsedilmektedir ki bunlar; multidisipliner, interdisipliner ve transdisipliner yaklaşımlardır (Hacıoğlu, 2017). Multidisipliner yaklaşım, bir tema etrafında diğer disiplinlerin organize şekilde çalıştığı bir yaklaşımdır (Drake & Burns, 2004). Multidisipliner entegrasyonda; disiplinlere ait kavram ve beceriler ayrı öğrenilir ve ortak temada birleştirilir. İnterdisipliner entegrasyonda; öğrenciler bilgi ve kavramları iki veya daha fazla disiplinden öğrenerek derin beceri ve bilgi için bütünleştirme yaparlar (Vasquez, Comer & Sneider 2013). Dolayısıyla, interdisipliner entegrasyon, birbiriyle bağımsız akademik disiplinlerin konu sınırları aşılarak araştırılacak konu üzerinde ortak bir hedefe ulaşmayı kolaylaştıracak

yeni bilgiler elde edebilmeyi sağlamak şeklinde tanımlanmaktadır. Transdisipliner yaklaşım ise, ortak bir sorun üzerinde düşünürken yeni bilgi elde edebilmek için akademik araştırmacılar yanında alan dışındaki araştırmacıların da sürece dâhil olduğu bir yaklaşım olarak tanımlanmaktadır (Tress, Tress & Fry, 2007). Transdisipliner entegrasyonda, öğrenciler farklı disiplinlerden öğrenilen bilgi ve becerileri gerçek dünya sorunlarına çözüm bulabilmek için uygularlar. Bu entegrasyonda gerçek dünya sorunlarını anlamak için disiplinler bütünleştirilir (Vasquez vd., 2013).

Bu yaklaşımların içeriğine hâkim olmak araştırma yapılacak olan konunun hedefine ulaşmada kolaylık sağlayacaktır. Aynı zamanda disiplinlerin eğitime yansımaları oldukça önemlidir. STEM eğitiminin derslere entegrasyonu içerik veya bağlam temelli olabilir. İçerik entegrasyonu, birden fazla STEM öğrenme alanını içerir. Burada “büyük fikirleri” gerçekleştirmek için birden fazla STEM içerik alanının tek bir müfredatta birleştirilerek, içerik bilgisinin verilmesi hedeflenmektedir. Bağlam entegrasyonunda, bir bağlam ile ilgili olan problemin çözümünde STEM’i oluşturan disiplinlerin gereğinden bahsedilerek bunlardan yararlanarak çözümler üretebilmek gerekir. Önemli olan bağlamın yansıtılmasıdır (Moore, Glancy, Tank, Kersten, Smith & Stohlmann, 2014).

Ülke olarak bilimsel ve teknolojik gelişmelerin gerisinde kalmamamız için öğretim programlarındaki öğrenme çıktılarının çağa uygun şekilde güncellenmesi oldukça önemlidir (Kaptan & Kuşakçı, 2002; Karahan, Canbazoglu-Bilici & Ünal, 2015). Bilim ve teknolojiye değişimler sosyal hayatı da yakından etkilemektedir. Sosyal hayattaki bu değişiklikler sosyal ihtiyaçları da beraberinde getirmektedir. Bu ihtiyaçları karşılamak için fen eğitimine olan eğilim artmaktadır (Yangın, 2006). Bireyler sosyal hayatta karşılaştıkları sorunlara çözüm üretebilmek için bilgiye ulaşmaya çalışmaktadır. Bilgiye ulaşmak ve onu üretebilmek fen eğitimini yakından ilgilendiren becerilerdendir, bu bakımdan fen eğitimini geliştirmeye yönelik farklı projeler yapılarak öğretim programları da revize edilmiştir. ABD’ de belirlenen yeni fen bilimleri standartlarının yansımalarını

Ülkemizde de görülmeye başlanmıştır. Özellikle ilköğretim ve ortaöğretim fen eğitiminde son 30 yılda köklü değişikler meydana gelmiş ve fen eğitimi politikaları da buna göre şekillenmiştir (Batı, 2014). Bu anlayışa göre ülkemizdeki ilköğretim ve ortaöğretim fen bilimleri programları bireylerin istenilen bilgi ve becerileri kazanmasını sağlayacak şekilde yeniden düzenlenmiştir (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2005; MEB, 2013). 2013 yılında 4+4+4 eğitim sisteminin uygulanmaya başlanmasıyla fen bilimleri dersi öğretim programında bazı değişiklikler yapılmıştır. 2013 programı fen ve teknoloji okuryazarı bireyler yetiştirmeyi amaçlamaktadır. Ayrıca, araştıran/sorgulayan, problem çözebilen, güven sahibi, işbirlikçi, yaşam boyu öğrenen ve öğrendiğinden sorumlu olan bireylerin yetiştirilmesini hedeflemektedir. Bu program kapsamında, bilgi, beceri, duyuş ve Fen Teknoloji Toplum Çevre (FTTÇ) öğrenme alanları ile bunlara bağlı alt öğrenme alanları oluşturulmuştur. Özellikle FTTÇ öğrenme alanına sosyal ve bilimsel konular, bilimin toplumsal katkısı, sürdürülebilir kalkınma, fen ve kariyer bilinci, bilimin doğası, bilim ve teknoloji ilişkisi gibi alt öğrenme alanları eklenmiştir (MEB, 2013). Bireylerin değişen dünya şartlarına uyumlu, 21. yüzyıl becerilerine sahip olabilmeleri için gereken başka yeterliklere ihtiyaç duyulmaya başlanmıştır. Bu bakımdan müfredatlara STEM'in dâhil edilmeye çalışıldığı görülmektedir. Akgündüz vd. (2015)'nin belirttiği gibi, müfredatlar düzenlenirken STEM ile ilgili yapılacak olan uygulamaların bu müfredatlara bağlı olarak sadece ders saatlerinde değil, günlük yaşam problemlerine uyarlanabilir olmasına da dikkat edilmelidir. Wendell ve Rogers (2013)'ın ifade ettikleri gibi, mühendislik eğitimi erken dönemlerde öğretim programlarına dâhil edilmelidir; ama bu gerçekteşirken fen bilgisi öğretiminden ödün verilmeden, genç öğrencilerin algılarına zarar verilmeden yapılmalıdır. Buna katkı sunabilmek için, ülkenin bilimsel ve ekonomik alanlardaki önderliğinin sağlanması ve sürdürülebilmesinde gün geçtikçe STEM eğitiminin desteklenmesi gündeme gelmektedir. Ayrıca öğrencilerin STEM alanlarında meslek edinme konusunda farkındalığının artırılması gerektiği görüşü yaygınlaşmaktadır (şahin, Ayar & Adıgüzel, 2014). Bu anlamda MEB (2017)'in kamuoyuna sunduğu fen bilimleri

dersi taslak programında ve 2018 yılında güncellenen fen bilimleri dersi öğretim programında, alana özgü becerilerde mühendislik ve tasarım becerileri, yenilikçi düşünme (inovasyon) eklenmiştir. Mühendislik ve tasarım becerileri, “fen bilimlerini matematik, teknoloji ve mühendislikle bütünleştirmeyi sağlayarak, problemlere disiplinler arası bakış açısıyla, öğrencileri buluş ve inovasyon yapabilme seviyesine ulaştırarak, öğrencilerin edindikleri bilgi ve becerileri kullanarak ürün oluşturmalarını ve bu ürünlere nasıl katma değer kazandırılabilirler konusunda stratejileri geliştirmesini” kapsamaktadır. Ayrıca, bu programa eklenen yetkinlikler başlığında matematiksel yetkinlik ve bilim-teknolojideki temel yetkinlikler ile inisiyatif alma ve girişimcilik yetkinlikleri de mühendislik ve tasarım becerilerinin gelişmesine katkı sağlayabilir (MEB,2018).

Fen bilimlerine karşı olumlu tutumu olan bireylerin, fen okuryazarı, toplumsal sorunlara karşı duyarlı, girişimci bireyler olabilmeleri kolaylaşmaktadır. Öğrencilerimizin fen bilimleri ile ilgili uluslararası sınavlardaki başarı ortalamalarına bakıldığında başarı seviyesinin düşük düzeyde olduğu görülmektedir. Ülkemizde eğitim sisteminin diğer ülkelerle karşılaştırılması için Programme for International Student Assessment (PISA), Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS), The Project of International Reading Language Skills PIRL, Teaching and Learning International Survey gibi uluslararası sınavlar yapılmaktadır (TIMSS, 2015). Bu sınavlardan biri olan PISA Ekonomik İşbirliği ve Gelişim Organizasyonu (OECD) tarafından uygulanmaktadır. Bu sınav 2000 yılından beri yılda üç kez fen bilimleri, matematik ve okuma becerileri kategorilerinde yapılmaktadır (PISA, 2015). Ülkemizin 2015 yılındaki PISA sonuçları incelendiğinde, fen okuryazarlığı alanında 465 ortalama 425 matematik okur yazarlığında 461 genel ortalama içinde 420 ortalama puana sahip olduğumuz görülmektedir. Fen ve matematik okuryazarlığı bakımından ortalama puanların önceki yıllarda yapılan sınavlara göre düştüğü gözlenmektedir (Taş, Arıcı, Ozarkan & Özgürlük, 2016).

TIMMS dört yılda bir 4. ve 8. sınıf düzeyindeki öğrencilerin matematik ve fen bilimleri alanlarında kazandıkları becerileri karşılaştırmak için merkezi Hollanda'da bulunan, Uluslararası Eğitim Başarılarını Değerlendirme Kuruluşu [International Association for the Evaluation of Educational Assessment (IEA)] tarafından yürütülen bir sınavdır.

2015 yılındaki TIMMS sonuçlarına göre öğrencilerimizin; 4.sınıf düzeyinde matematik başarı ortalaması 483 puanla 49 ülke arasında 36. sırada; fen bilimleri başarı ise, 483 puanla 49 ülke arasında 35. sırada yer almaktadır. 8. sınıf düzeyindeki matematik başarı ortalaması 458 puanla 39 ülke arasında 24. sıra; fen bilimleri başarı ortalaması ise 493 puanla 39 ülke arasından 21. sırada yer almaktadır (TIMMS, 2015).

Bu sonuçlar öğrencilerimizin fen ve matematik alanlarında istediğimiz seviyede olmadığını göstermektedir. Öğrencilerin fen ve matematik alanlarındaki başarılarını ve problem çözme becerilerini artırmak ve bu alanlara karşı olumsuz tutumlarını değiştirmek oldukça önemlidir (Marulcu & Sungur, 2012). Üreten bir nesil yetiştirmek için öğrencilerin günlük hayatta karşılaştıkları ya da karşılaşılabilecekleri problemlere çözüm üretirken alternatif çözümler üreterek yaratıcılıklarını kullanmaları ve bu çözümler içinden bilimsel açıdan en uygun olan çözüme karar verebilmeleri oldukça önemlidir. Yapılacak olan mühendislik tasarım temelli fen öğretimleriyle bireylerin sosyal yaşam üzerinden belirlenen bağlamlardan yola çıkarak sorunlara bilimsel anlamda çözüm üreterek seçim yapmaları sağlanabilir. Ancak bu şekilde bilim ve teknolojiye diğer ülkelerle yarışabilecek ve ülkemizin kalkınmasına hizmet edebilecek bireyler yetiştirmemiz mümkün olacaktır.

1.2. Araştırmanın Amacı ve Önemi

Sanayi devrimini sonradan yakalamış olmak bugün için büyük bir kayıp değildir. Ancak Endüstri 4.0 diye adlandırılan dijital çağı kaçırmamanın maliyeti ülkeler için çok yüksek olacaktır. İnsanlığın dönüşümünü de içeren bu teknolojik devrim tüm sektörleri etkileyecek ve yeni iş modelleri ortaya çıkaracaktır. Ülke olarak dijital çağa ayak

uydurabilmemiz için yetiştireceğimiz öğrencilerin girişimcilik becerisine sahip, özgüvenli birçok alanda donanımlı olmaları beklenmektedir (Kuvan, 2007; Uğur, 2015). Bu beklentiler entellektüel alanda doğan ihtiyaçları da açığa çıkarmaktadır. İhtiyaçların giderilmesinde entelektüel liderliği hedeflemiş kişilerin önemli rolü olacaktır. Bu kişiler ise, problemler karşısında uygun çözümlere karar verebilen, yaratıcı fikirler üretebilen ve yenilikleri takip edebilme becerilerine sahip olanlardır (Adair, 2000). Peki, yaratıcı fikirler nasıl üretilir? Fisher (2013)'e göre, müzik, resim, icat, matematiksel kanıt bulma gibi çeşitli alanlarda yeni şeylerin doğması yaratıcılıktır. Problemlere farklı açılardan bakarak, çeşitli alternatifleri düşünerek özgün bir şekilde karşı koyabilmek yeni fikirlerin üretilmesini sağlamaktadır (Erez, 2004). Yaratıcı bir kişide, sabır, merak, imgelerle düşünebilme, fikirleri sentezleyebilme, buluş yapma isteği gibi özellikler olmalıdır. Yaratıcı düşünebilen bireylerde iki türlü düşünme gerçekleşebilir: Yakınsak ve ıraksak düşünme. Yakınsak düşünmede, karşılaşılan sorunlara klişe olarak nitelendirilen yanıtlar verilir, özgün sonuçlara az rastlanır; ama ıraksak düşünmede, özgürce yol alınır ve yeni düşünceler, çözüm önerileri ortaya koyulur. ıraksak düşünebilen bireyler, önceden belirlenen yollara değil de farklı yollara başvurarak seçimlerini yaparlar ve çözüme ulaşmaya çalışırlar (San, 2008).

Alternatifler arasından hedefe en uygun çözümü seçmek karar verme becerisiyle ilgilidir (Forman & Selly, 2001). Sarıkaya (2013) çalışmasında karar verme ile ilgili, elde edilen verilerin toplanması ve bilgiye dönüştürülmesi için gereken geniş bir süreç olarak bahsetmektedir. Sürecin doğru yürütülmesi için birçok becerinin entegre olarak sürece dahil edilmesi gerekmektedir. İşte, çağın gerektirdiği gelişmelere ayak uydurmak için 21. yüzyıl becerileri dediğimiz karar verme, bilimsel yaratıcılık, girişimcilik vb. becerilere sahip öğrenciler yetiştirmemiz gerekmektedir. Bunun için de eğitim politikalarımızın çağa uygun olarak güncellenmesi gerekmektedir. Ülkemizde öğretim programları bireylerin teknolojik, ekonomik, endüstriyel değişimlere uyum sağlayabilmelerine olanak sağlayacak şekilde güncellenmektedir. Küresel gelişmelere ayak uydurmak maksadıyla

Ülkemizde fen bilimleri dersi ğretim programı da 2018 ğitim-ğretim yılında uygulanmak üzere güncellenmiştir. Fen bilimleri dersinin bireysel ve toplumsal açıdan belirlenen hedeflere ulaşma, toplumsal kalkınma, gelişmişlik düzeyini artırma gibi pek çok konuda önemli olduğu; toplum, evre ve teknoloji ilişkisi göz önüne alındığında gündelik hayata yön veren önemli bir disiplin olduğu açıktır. Fen bilimleri dersi ğretim programı incelendiğinde, programın temel felsefesinde birtakım yeniliklere yer verildiği görülmektedir. Fen bilimleri dersindeki temel kavram ve ilkelerin tek başına dikkate alınmasından ziyade bunların yaşantısal hale dönüştürülerek bilişsel ve duyuşsal duyarlılık oluşturulması ilkesi benimsenmektedir. Programın bağlamı incelendiğinde, bilgi, beceri, duyuş boyutları ve Fen-Teknoloji-Toplum-evre (FTTÇ) ilişkisinden oluştuğu görülmektedir. Özellikle programın beceri boyutunda bilimsel süreç becerileri, yaşam becerileri (analitik düşünme, karar verme, yaratıcı düşünme, girişimcilik, iletişim, takım çalışması) ve mühendislik/tasarım becerilerinin (yenilikçi düşünme) yer aldığı görülmektedir. Ayrıca, fen bilimlerinin matematik, teknoloji ve mühendislikle bütünleştirilmesi sağlanarak, öğrencilerin problemlere disiplinler arası bakış açısıyla yaklaşarak çözüm üretebilmesi, buluş ve inovasyon yapabilme seviyesine ulaşması hedeflenmektedir. Programda milli değerler doğrultusunda fen okuryazarı olacak bireylerin kariyer bilinci kazanması da hedeflenmektedir. Ancak 2018 fen bilimleri ğretim programının en büyük eksikliği fen ve mühendislik becerileri alt öğrenim alanında herhangi bir kazanım ifadesinin ya da etkinlik örneğinin mevcut olmamasıdır.

Bireylerin problemlere çözüm bulma, yaratıcı fikirler sunabilme, sorgulama, eleştirel düşünme, karar verme, takım ruhuna sahip olma vb. becerilerini geliştirmek için fen bilimleri dersinden yararlanılabileceği düşünülmektedir. Özellikle fen dersinde bilimsel yaratıcılık becerisi geliştirilebilir (Demir, 2014). Sorunlar karşısında yeni fikirler üretebilmek, farklı bakış açıları ileri sürmek, çözüme ulaşmada zengin alternatifler sunacaktır ve bireyin bilimsel yollarla yaratıcı fikirler üretmesine olanak sağlayacaktır. Bir probleme çözüm üretirken alternatif görüşler arasından, çeşitli kriter ve sınırlılıklar

arasından uygun olanın belirlenmesi oldukça önemlidir. En uygun çözüm önerisinin seçimi aşamasında, bireylerin karar verme becerileri devreye girmektedir. Dolayısıyla, süreç birden fazla yaşam becerisinin kullanılmasını gerekli kılmaktadır. Sonuç olarak yukarıda sözü edilen becerilerin kullanılabilmesine fırsat sağlayacak öğrenme etkinlikleri oldukça önemlidir. Özellikle, öğretmenler fen derslerinde disiplinler arası etkileşimin gücünden yararlanarak derslerini mühendislik tasarım temelli olarak yürütülebilir. Bu süreçte öğrenciler sorunlar karşısında uygun çözüm önerilerine karar vererek günlük hayat problemlerine pratik çözüm üretebilir ve yapacakları tasarımlarla geleceğe yön verebileceklerine inanabilir. Kısaca fen derslerindeki kazanımlardan yola çıkılarak bütünlük STEM eğitiminde disiplinler arası bağlantıları kurabilmek için mühendislik becerilerini geliştirecek uygulamalar kullanılabilir (NAE & NRC, 2009).

Ülkemizde STEM Eğitimiyle ilgili literatür incelendiğinde fen bilimleri alanında özellikle fen bilgisi öğretmenliği lisans öğrencileri veya ortaöğretim öğrencileriyle yapılmış mühendislik tasarım temelli araştırmalar olduğu görülmektedir. Mevcut araştırmalar genellikle uygulanan STEM etkinliklerinin karar verme becerileri ve bilimsel süreç becerilerine etkisi ve öğrencilerin akademik başarısını ölçmeyi amaçlayan çalışmalardır (Bozkurt, 2014; Ercan, 2014; Altan, Yamak & Buluş Kırıkkaya, 2016; Yıldırım, 2016). Uluslararası literatüre bakıldığında, STEM uygulamalarının K-12 eğitim sisteminde olması gerektiğinin vurgulandığı araştırmalara rastlanmaktadır. Bu araştırmalarda özellikle ilköğretimde STEM eğitime yer verilmesi gerektiğini belirtmekle birlikte (Rogers & Postmore, 2004; Wendell & Rogers, 2013) tasarım temelli eğitim uygulamalardan bahseden çalışmalara da rastlanmaktadır (Kolodner, Camp, Crismond, Fasse, Gray & Holbrook, 2003; Adams, 2015; Brown, Taylor & Ponambalum, 2016). Ülkemizde yapılan araştırmalara bakıldığında, sınıf öğretmenleri, sınıf öğretmeni adayları veya ilkokul öğrencileriyle yapılan mühendislik tasarım temelli uygulamaların yetersiz olduğu gözlenmiştir. Özellikle, ilkokul düzeyinde ve sınıf öğretmeni adaylarıyla tasarım temelli yürütülen, uygulamaya yönelik uzun soluklu karma

Çalışmaların eksiklikleri dikkat çekmektedir (Acar, 2018; Genek, 2018; Altaş, 2018; Koçak, 2019; Yavuz, 2019). Gerek literatürdeki boşluğu doldurmak gerekse özgünlüğü ile alan katkı sağlamak açısından bu çalışmanın yapılması önemlidir. Ülkemizde ilkokul fen bilimleri dersi öğretim programında fen ve mühendislik becerileri ile ilgili herhangi bir özel kazanım ya da buna uygun etkinlikler yer almamaktadır. Bu çalışmada sunulacak olan içerik entegrasyonuna dayalı STEM etkinlikleri öğretmen adaylarına ve öğretmenlere kullanmaları için kaynak oluşturacak niteliktedir. Ayrıca, tasarım süreçli ders planlarına göre oluşturulmuş olan öğretim uygulamaları bilimsel yaratıcılık ve karar verme süreçlerine göre dizayn edildiğinden bireylerin özellikle bu beceri süreçlerine hakim olmaları beklenmektedir. Bu bağlamda, günümüzde her geçen gün yaygınlaşmaya devam eden mühendislik tasarım temelli eğitim yaklaşımlarını sınıflarda uygulayacak olan bugünün öğretmen adaylarının yetiştirilmesi oldukça önemlidir. Bu eğitim yaklaşımını süreci şekillendirmek için öncelikle, öğretmen yetiştiren eğitim fakültelerinden yola çıkılması uygun olacaktır. Bu araştırma da hizmet öncesi öğretmen eğitiminin öneminden yola çıkılmıştır. Araştırma, lisans düzeyinde sınıf eğitimi ikinci sınıfta okutulan Fen ve Teknoloji Laboratuvar Uygulamaları-II dersinde gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubunda dersler 5E öğrenme modeline göre işlenirken deney grubunda 5E öğrenme modelinin yanında öğretmen adaylarına ilkokul 4. sınıf fen bilimleri dersi kazanımlarına uygun problemler verilerek mühendislik tasarım temelli fen öğretilmiştir. STEM entegrasyonunda literatürde yer alan içerik ve bağlam temelli iki yaklaşımdan olan içerik entegrasyonuna göre; büyük fikirlere ulaşmak için birden fazla alanlarından yararlanılarak dört disiplin tek müfredat olarak birleştirilmektedir (Moore, Stohlmann, Wang, Tank, Glancy & Roehrig, 2014). Kısaca deney grubunda dersler STEM'in içerik entegrasyonu temeline dayandırılmıştır. Özellikle ilkokul öğretmenlerinin STEM eğitimi hakkında yetiştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır (Rinke, Gladstone-Brown, Kinlaw & Cappiello, 2016). Bu çalışmadaki amaç mühendislik tasarım temelli fen öğretiliminin sınıf öğretmeni adaylarının karar verme becerisine,

bilimsel yaratıcılıklarına ve mühendislik tasarım temelli süreç becerisine olan etkisini incelemektir. Bu amaç doğrultusunda nicel ve nitel problem ve alt problemleri aşağıda sıralanmıştır:

1.3. Problem Cümlesi ve Alt Problemler

Bu araştırmanın temel problem cümlesi; “mühendislik tasarım temelli fen öğretiminin sınıf öğretmeni adaylarının karar verme, bilimsel yaratıcılık ve mühendislik tasarım temelli süreç becerisine etkisi nasıldır?” şeklindedir.

Araştırmanın amacına uygun olarak önerilen nitel ve nicel alt problemler aşağıda sıralanmıştır:

1.3.1. Araştırmanın Nicel Kısımına Yönelik Alt Problemler

A) Mühendislik tasarım temelli fen öğretim (MTTFÖ) süreci sınıf öğretmeni adaylarının karar verme becerilerini etkilemekte midir?

A.1) 5E öğrenme modeli içinde uygulanan MTTFÖ ile derslerin işlendiği sınıf öğretmeni adayları ile 5E öğrenme modeliyle derslerin işlendiği sınıf öğretmeni adaylarının süreç öncesi karar verme becerisi ortalama puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

A.2) 5E öğrenme modeli içinde uygulanan MTTFÖ ile derslerin işlendiği sınıf öğretmeni adayları ile 5E öğrenme modeliyle derslerin işlendiği sınıf öğretmeni adaylarının süreç sonrası karar verme becerisi ortalama puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

A.3) 5E öğrenme modeli içinde uygulanan MTTFÖ ile derslerin işlendiği sınıf öğretmeni adaylarının süreç öncesi ve sonrası karar verme becerisi ortalama puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

A.4) 5E öğrenme modeliyle derslerin işlendiği kontrol grubundaki sınıf öğretmeni adaylarının süreç öncesi ve sonrası karar verme becerisi ortalama puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

B) Mühendislik tasarım temelli fen öğretim (MTTFÖ) süreci sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel yaratıcılıklarını etkilemekte midir?

B.1) 5E öğrenme modeli içinde uygulanan MTTFÖ ile derslerin işlendiği sınıf öğretmeni adayları ile 5E öğrenme modeliyle derslerin işlendiği sınıf öğretmeni adaylarının süreç öncesi bilimsel yaratıcılık ortalama puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

B.2) 5E öğrenme modeli içinde uygulanan MTTFÖ ile derslerin işlendiği sınıf öğretmeni adayları ile 5E öğrenme modeliyle derslerin işlendiği sınıf öğretmeni adaylarının süreç sonrası bilimsel yaratıcılık ortalama puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

B.3) 5E öğrenme modeli içinde uygulanan MTTFÖ ile derslerin işlendiği sınıf öğretmeni adayları ile 5E öğrenme modeliyle derslerin işlendiği sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel yaratıcılık alt boyutları son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

B.4) 5E öğrenme modeli içinde uygulanan MTTFÖ ile derslerin işlendiği sınıf öğretmeni adaylarının öğretim süreci öncesi ve sonrası bilimsel yaratıcılık ortalama puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

B.5) 5E öğrenme modeliyle derslerin işlendiği sınıf öğretmeni adaylarının öğretim süreci öncesi ve sonrası bilimsel yaratıcılık ortalama puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

C) Altı farklı tasarım yapıldığı 5E modeli içinde uygulanan MTTFÖ sonunda sınıf öğretmeni adaylarının mühendislik tasarım temelli süreç becerisi ortalama puanları nasıl değişmektedir?

C.1) Altı farklı tasarım yapıldığı 5E modeli içinde uygulanan MTTFÖ sonunda sınıf öğretmeni adaylarının mühendislik tasarım temelli süreç becerisi ortalama puanları arasında anlamlı fark var mıdır?

1.3.2. Araştırmanın Nitel Kısımına Yönelik Alt Problemler

D) Mühendislik tasarım temelli fen öğretimi (MTTFÖ) sınıf öğretmeni adaylarının karar verme becerilerini nasıl etkilemektedir?

D.1) Sınıf öğretmeni adaylarının MTTFÖ boyunca bireysel ve grupla karar verme süreçleri nasıldır?

D.2) Sınıf öğretmeni adaylarının MTTFÖ boyunca karar verirken başvurdukları kaynaklar nelerdir?

D.3) Sınıf öğretmeni adaylarının MTTFÖ boyunca karar vermede kullandıkları kriter ve sınırlılıklar hakkındaki görüşleri nasıldır?

D.4) Sınıf öğretmeni adaylarının MTTFÖ boyunca yetersiz buldukları durumlar ve bu durumlara karşı geliştirdikleri öneriler nelerdir?

D.5) Sınıf öğretmeni adaylarının MTTFÖ boyunca karar verme süreci nasıl değişmiştir?

E) Mühendislik tasarım temelli fen öğretimi (MTTFÖ) sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel yaratıcılıklarını nasıl etkilemektedir?

E.1) Sınıf öğretmeni adayları MTTFÖ boyunca bilimsel yaratıcı düşünme sürecinde neler yapmaktadır?

E.2) Sınıf öğretmenleri adayları MTTFÖ sürecinde yaratıcı fikir üretmek için hangi kaynaklara başvurmuştur?

E.3) Sınıf öğretmenleri adayları, yaratıcılık ve bilimsel yaratıcılık arasındaki farkı nasıl yorumlamaktadır?

E.4) Sınıf öğretmenleri adaylarının MTTFÖ süreci ile bilimsel yaratıcılık arasındaki etkileşime yönelik görüşleri nelerdir?

E.5) MTTFÖ uygulamalarının bilimsel yaratıcılığa etkisine yönelik sınıf öğretmenleri adaylarının düşünceleri nelerdir?

F) Sınıf öğretmenleri adayları MTTFÖ sürecinde karar verme ve bilimsel yaratıcılık becerileri arasındaki ilişkiyi nasıl yorumlamaktadır?

G) Sınıf öğretmenleri adaylarının MTTFÖ sürecinin sağladığı katkılar hakkındaki görüşleri nelerdir?

1.4. Sınırlılıklar

Bu araştırmada bazı sınırlılıklar bulunmaktadır. Bu sebeple, araştırma sonucunda elde edilen bulguların yorumlanmasında bu sınırlılıkların göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Araştırmanın sınırlılıkları aşağıda yer almaktadır:

- Araştırmanın kadın katılımcı sayısı erkek katılımcı sayısına göre fazla olduğu için bu araştırmada cinsiyete bağlı karşılaştırma yapılmamıştır.
- Araştırma kapsamında öğretmen adaylarıyla üç defa odak grup görüşmesi yapılmıştır. Bu görüşmeler gönüllü öğretmen adayları ile sınırlıdır.
- STEM'in teknoloji disiplini ile ilgili hazır kodlama setlerin kullanıldığı uygulamalar dışında robotik-kodlama uygulamaları yapılmamıştır.

1.5. Sayıtlar

Bu araştırmanın temelinde aşağıda yer alan sayıtlar yer almaktadır:

- Katılımcıların gönüllülük ilkesine göre araştırmaya dâhil edildiği,
- Katılımcıların sorulara verdikleri yanıtlarda, içtenlikle ve tarafsızca düşüncelerini yansıttıkları,
- Uygulamalar sırasında deney ve kontrol grubunun etkileşimde bulunmadığı varsayılmıştır.

1.6. Tanımlar

STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematic) Eğitimi: Günlük hayattaki problemleri çözmek için bir birim, sınıf ya da derste; bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin entegre edilerek bütünleştirildiği yaklaşımdır (Moore vd., 2014).

Tasarım Temelli Öğrenme: Öğretmen ve öğrencilerin işbirliğiyle tasarımların geliştirildiği, öğrenci merkezli, tasarım temelli sınıf kültürünü oluşturan sıralı etkinliklerdir (Kolodner vd., 2003).

Tasarım Temelli Fen Öğretimi: Fen öğretimi bağlamında, fen öğretiminin gerçekleştiği proje tabanlı araştırma sorgulamaya dayalı bir yaklaşımdır (Kolodner vd., 2003; Wendell, 2008).

Mühendislik Tasarım Temelli Fen Öğretimi (MTTFÖ): Tasarım temelli fen öğretimi matematik, teknoloji ve mühendislik disiplinlerinin (STEM) bir arada kullanıldığı bir süreçtir (NRC, 2012).

Mühendislik Tasarım Temelli Fen Öğretimi (MTTFÖ): Bu çalışmada MTTFÖ fen derslerine mühendislik tasarım sürecinin entegre edilmesiyle birlikte; problemi

tanımlama, çözüm için araştırma yapma, en iyi çözüm önerisine karar verme, prototip çizme, prototipi test etme ve tasarımı tekrar geliştirme aşamalarının kullanıldığı süreçtir.

Karar Verme: Belirlenen amaca yönelik olarak alternatif seçenekler arasından seçim yapmaktır (Forman & Selly, 2001, s.1).

Karar Verme: Bu çalışmada karar verme, mühendislik tasarım temelli fen öğretiminde problemlerin çözümüne ilişkin farklı fikirler arasından en uygun olan çözümün seçilmesidir.

Yaratıcılık: Bilinenlerden yola çıkarak çeşitli denemelerle alışılmışın dışında farklı olanı bulma çabasıdır. Bu sırada ortaya çıkan ürün herkesin her zaman yapabileceğinden farklı ve orijinaldir (Koray, 2004).

Bilimsel Yaratıcılık: Bilimsel bilgiye dayalı ve bilimsel süreçlerden yararlanılarak bilime özgü bir yaratıcılıkla problemlere alternatif çözümler üretmektir (Lin, Hu, Adey & Shen, 2003).

Bilimsel Yaratıcılık: Bu çalışmada bilimsel yaratıcılık, mühendislik tasarım temelli fen öğretiminde problemlerin çözümüne ilişkin kriter ve sınırlıklara dikkat edilerek farklı fikirler üretilmesidir.

BÖLÜM II

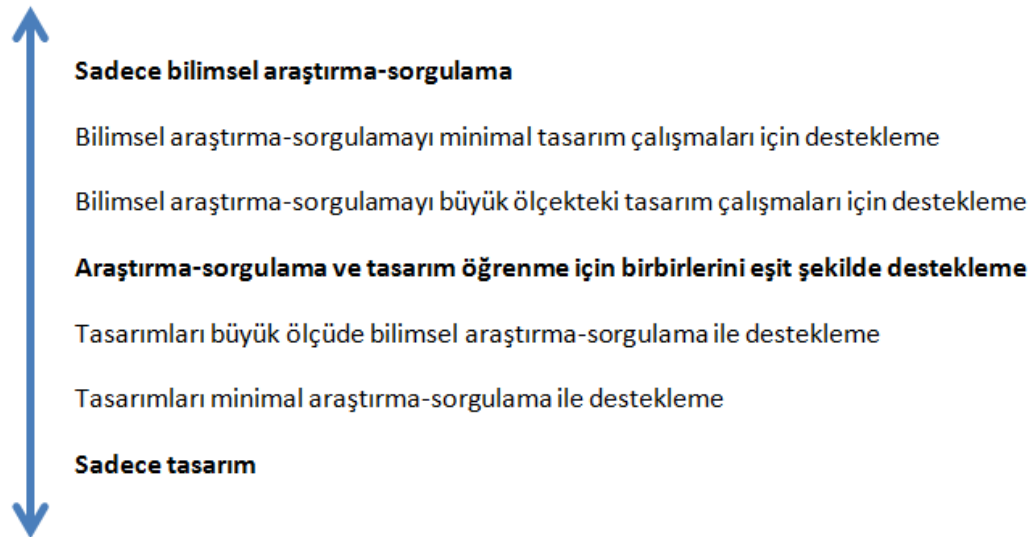
KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Bu bölümde, değişen dünya standartları çerçevesinde fen eğitimi, bütünlük STEM eğitimi, tasarım temelli öğretim, mühendislik tasarım temelli fen eğitimi, mühendislik tasarım süreci, karar verme süreci, karar verme becerisi, yaratıcı sorun çözme süreci ve bilimsel yaratıcılık ile ilgili araştırmalara yer verilmiştir.

2.1. Değişen Dünya Standartları ve Fen Eğitimi

Globalleşen 21. yüzyılda hayat standartları her geçen gün değişmektedir. Bu değişim ülkelerin ekonomik ve politik kalkınma düzeyini önemli ölçüde etkilemektedir. Güçlü bir ülke profili sergileyebilmenin ve değişimin bir parçası olabilmenin yolu eğitimden geçmektedir. Dünya geneline bakıldığında Rusların ilk uzay aracı olan Sputnik'i uzaya yollamalarından sonra hareketlenen bu rekabet ortamı dünya genelinde özellikle de Amerika Birleşik Devletleri'nde eğitim anlayışlarının değişmesine neden olmuştur (Çepni, 2018). 21. yüzyılda bireylerinden eğitim ve iş alanlarında istenilen düzeyde başarılı olabilmeleri için; problem çözmek, yaratıcı ve üretici düşünmek, işbirliği yapmak, iletişim kurmak, bilgiye ulaşmayı ve teknolojiyi kullanmayı bilmek, esnek, çevresine uyumlu olmak, sosyo-kültürel açıdan zengin bakış açısına sahip olmak gibi çağın gerektirdiği becerilere sahip olmaları beklenmektedir (Uluyol & Eryılmaz, 2015). Bu becerilerin kazandırılması için öğrenme ortamları oldukça önemlidir. Öğrencilere

sunulan öğrenme ortamında fen ve matematik içerikleri teknoloji ve inovasyonla birleştirilmelidir (Akaygun & Aslan-Tutak, 2016). ABD’de ihtiyaç duyulan üretim gücünü elde edebilmek, yenilikçi ve bilimsel düşünce açısından gelişim sağlamak için yıllardır araştırma–sorgulama temelli olarak yürütülen fen derslerine yeni standartlar eklemiştir. Fen derslerine mühendislik bakış anlayışı entegre edilmeye başlanmıştır (NRC, 2012; Akgündüz vd., 2015). ABD’de 1980 ve 1990’lı yıllarda fen eğitimi sorgulama temelli olarak yürütülürken Batı Avrupa ve Avusturya’da fen eğitimleri tasarım ve teknoloji temelli yürütülmekteydi. Başta ABD olmak üzere gelişmiş toplumlar kendi vatandaşlarının yeni dünya standartları karşısında yeterli olmadıklarını fark ederek, üretici toplum anlayışını benimsemek için fen eğitiminde anaokulundan on ikinci sınıfa kadar olan eğitim düzeyinde yeni bir yaklaşım arayışına girmişlerdir (NAE & NRC, 2009; NRC, 2012). Wendell (2008) yapılandırmacı fen derslerinin yürütüldüğü bilimsel araştırma-sorgulama anlayışına ile tasarım anlayışını da ekleyerek yeni bir yaklaşım oluşturulmuştur (Şekil 3).



Şekil 3.Yapılandırmacı fen dersleri için tasarım/bilimsel araştırma-sorgulama yaklaşımı düzlemi (Wendell, 2008, s.20).

Wendell (2008) tarafından sunulan düzlemde fen eğitimi derslerinde araştırma-sorgulama yaklaşımının yanında tasarım sürecinin de dâhil edildiği görülmektedir. Düzlemin her iki

ucu da tek başına başarılı olmada yeterli olamamakla birlikte Bozkurt (2014) bu durumu hedeflenen şeyin tasarım becerileriyle birlikte fen bilgisinin içerik bilgisini de kullanmak olarak açıklayıp, düzlem üzerinde farklı noktaların farklı anlamlar ifade ettiğini belirtmektedir. Fen derslerinde, bilimsel araştırma-sorgulama yaklaşımıyla tasarım öğrenme yaklaşımından birlikte kullanılmasının etkili olacağı görüşü ön plana çıkmaktadır.

Ülkemizdeki 2013 yılında güncellenen fen bilimleri öğretim programında yapılandırmacı eğitim anlayışına uygun olarak araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenme stratejisi önemle vurgulanmıştır. Araştırma-sorgulamaya göre fen bilimleri içerik bilgisi öğrenilirken daha anlamlı ve kalıcı öğrenmeler gerçekleşmektedir. Araştırma yapılırken açıklama yapma ve kanıt bulma süreci oldukça önemlidir. Öğrencilerin deneyerek ve keşfederek öğrenmelerinin yanında araştırma yapmaları ve açıklamalarda bulunmaları da önemsenmektedir. Başka bireylerin fikirlerini çürütüp, yeni argümanlar ortaya koyarak, iddialarını ispatlamak için bilgi toplamak ve bunları haklı gerekçelerle sunmak oldukça önemlidir (MEB, 2013). Dünya genelindeki gelişmelerden etkilenen ülkemizde de öğretim programı revizyonları devam etmektedir. 2018 yılında güncellenen fen bilimleri öğretim programının temel felsefesi de tıpkı gelişmiş ülkelerdeki gibi değişmeye başlamıştır. Değişen fen bilimleri programında araştırma-sorgulama temelinden tasarım temeline doğru bir geçiş hazırlığı olduğu görülmektedir. Fen bilimleri dersindeki temel kavram ve temel ilkelerin yaşantısal olması bireylerin bilişsel ve duyuşsal yönlerinin de dikkate alınması gerektiği belirtilmiş ve programın becerileri kısmına mühendislik ve tasarım becerileri adı altında yenilikçi (inovatif) düşünme eklenmiştir (MEB, 2018).

2.2. STEM Eğitim Anlayışının Ortaya Çıkışı

Fen programına eklenen fen derslerindeki mühendislik ve tasarım becerileri STEM eğitim anlayışının eğitim süreçlerinde gündeme gelerek yaygınlaşmasını sağlamıştır. Roth (2001) gelişen teknolojiler ışığında fen öğretiminde teknolojik içerikli etkinlikler ile

birlikte bilimsel ve teknolojik ürünler elde edilirken bütüncül bir öğretim anlayışı oluşturulması gerektiğini belirtmektedir. Bu bütüncül öğretim anlayışının da, anaokulundan on ikinci sınıfa kadar olan (K-12) eğitiminin sonunda öğrencilerin teknolojik okur yazar ve alanında yetkin kişiler olması için STEM eğitimi ile mümkün olacağı vurgulanmaktadır (NAE & NRC, 2009). STEM kavramı ve STEM eğitim anlayışının dünyada ortaya çıkışı incelendiğinde bu süreç; 1957 yılında Sovyet Rusya'nın ilk yapay uygu olan Sputnik uydusunu uzaya göndermesinin ardından ABD'nin bu teknoloji yarışının gerisinde kalmamak ve fen, matematik, mühendislik alanında bireyler yetiştirmek için National Aeronautics and Space Administration (NASA)'yı kurmasıyla başlamıştır. NASA'nın kurulmasından 11 yıl sonra ABD Ay'a ilk insan gönderen ülke olmuştur. 1960'larda İngiltere'de Nuffield Vakfı Fen Öğretim Projesi ile fen programlarını geliştirme çalışmaları yapılmıştır. 1982'de Singapur bağımsız olduktan sonra matematik programını geliştirerek PISA/TIMSS sınavlarında ilk sıralara yerleşmeyi başarmışlardır. 1990'da ise matematik ve fen programlarında dizayn ve teknoloji ile ilgili çalışmalar yapmışlardır. 2000'li yıllarda öğrencilerin okul ve sanayi arasındaki işbirliğini sağlamak için çalışmalar yapılmıştır (Bank & Barrlex, 2014). 1990'lı yıllarda Hindistan ve Çin'de de global açıdan birtakım değişiklikler olmuştur. ABD bilim ve teknoloji alanındaki bu gelişmelerden geri kalmamak için fen, mühendislik, teknoloji, matematik alanlarında yenilikler yapılması gerektiğini vurgulayarak 1990'da Amerika Ulusal Bilim Vakfı (National Science Foundation) (NSF) eğitim ile ilgili yayınladığı raporda ilk defa SME&T kavramını kullanmaya başlamıştır (Sanders, 2009; Karataş, 2018). 2001 yılında NSF eğitim direktörü Judith Ramaley bu kavramı STEM olarak ifade etmiştir (Yıldırım & Selvi, 2015). İngiltere'nin Ulusal STEM Direktörünün atanması ve ardından STEM gündemini teşvik etmek için benzer girişimlerde bulunmuşlardır (Williams, 2011). 2009-2010 yıllarında ABD başkanı Barack Obama STEM kavramını ön plana çıkararak ülkelerinin özellikle PISA/TIMSS sınavlarında geri kalmaması için bunun bir eğitim politikası olarak benimsenmesi gerektiğini vurgulamıştır (Yıldırım, 2017).

Ülkemizde ise STEM kavramı ile ilgili son yıllarda özellikle 2012 yılından sonra çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. STEM eğitimi ile ilgili Türkiye’de son yıllarda önemli girişimler gerçekleşmektedir. 2014 yılında Türkiye Sanayici ve İşadamları Derneği’nin yayınladığı “Türkiye STEM İş Gücü Raporu” (TÜSİAD, 2014) ve 2015 yılında İstanbul Aydın Üniversitesi tarafından yayınlanan “STEM Eğitimi Türkiye Raporu” (Akgündüz vd., 2015) STEM eğitimi ile ilgili önemli girişimlerdir. Günümüzde ise birçok devlet ve özel üniversitesinde STEM laboratuvarları kurulmakta, bununla ilgili özellikle Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından proje destekleri sağlanmakta, hem öğrenciler hem de öğretmenler için eğitimler düzenlenmektedir. Ayrıca birçok devlet ve özel okulunda ana sınıftan lise son sınıfa kadar uygulamalar yapılmaktadır. Milli Eğitim Bakanlığı’nın 2017 yılında yayınladığı taslak fen bilimleri ders programı 2018-2019 eğitim-öğretim yılında yürürlüğe girerek eğitim sürecinde uygulanmaya başlamıştır(MEB, 2017; MEB, 2018).

2.3. Bütünleşik STEM Eğitimi

ABD’nin 21. yüzyılda teknik bilgi ve kişisel bilgiye sahip olan işgücü ihtiyacı fen, matematik, mühendislik ve teknoloji disiplinlerinin birleştirildiği STEM eğitim anlayışını açığa çıkarmıştır. Öğrencilerin STEM okuryazarı bireyler olarak yetişmeleri için STEM eğitiminin nasıl yapılacağı önem arz etmektedir (Bybee, 2010). Küresel açıdan dünyadaki sorunlarla mücadele edebilmek için başta ABD olmak üzere, ulusal ve uluslar arası çağrılar yapılmaktadır. Çünkü mevcut K-12 STEM uygulamalarının politik değişimlerle aynı doğrultuda ilerlemediği öne sürülmektedir (Roehrig, Moore, Wang & Park, 2012). STEM kavramının ortaya çıkışı politik ve ekonomik sebeplerden olmuştur ve bu amaca hizmet edebilmek için eğitim programları güncellenmiştir. Bu aşamada sorulması gereken önemli bir soru bu kavramın tam olarak anlaşılıp anlaşılmadığıdır. Genel olarak bakıldığında, STEM kavramından bahsederken açılımı yapıldıktan sonra detaylı bilgi verilmemektedir (Breiner, Harkness, Johnson & Koehler, 2012). STEM,

bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarının kısaltılmasından oluşmaktadır, ama STEM eğitimi, bu disiplinlerin entegrasyonu ile yeni bir disiplin oluşturup onu öğretmeyi amaçlamaktadır (Popa & Ciascai, 2017). Dolayısıyla, bu disiplinlerin birbiriyle olan entegresine dikkat edilmelidir. Entegre STEM eğitimi, fen, teknoloji, mühendislik ve matematikten oluşan bu dört disiplininin gerçek dünya sorunlarını çözmek için birbiriyle bağlantılı olma çabasıdır. Bir odak noktadan yola çıkarak bütün içerik alanları kullanılarak entegrasyon sağlanabilir (Moore vd., 2014). Dolayısıyla eğitimde; fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin ayrı ayrı ele alınmasından ziyade bu disiplinlerinin entegrasyonunun sağlandığı yapı bütünleşik STEM kavramını ortaya çıkarmıştır (Karataş, 2008, Moore vd., 2014; Blackley & Howell, 2015).

STEM entegrasyonunda literatürde içerik ve bağlam temelli iki yaklaşımından bahsedilmektedir (Roehrig vd., 2012; Moore vd., 2014). Buna göre; içerik entegrasyonu, çoklu içerik alanlarından yararlanılarak büyük fikre ulaşmak için bu dört disiplinin tek bir müfredat halinde birleştirilmesiyle sağlanmaktadır. Örneğin, büyük tasarım olarak rüzgar tribünü tasarımı yapabilmek için bu büyük tasarımı kolaylaştıracak birçok konu araştırılabilir; ısı transferi fiziğin anlaşılması, elektrik üretimini etkileyen faktörlerin araştırılması veya matematiksel kavramların anlaşılması gibi. İçerik entegrasyonunda her disiplin ile ilgili bilgiler öğretilerek problemin çözümünde bu disiplinlerin öneminin anlaşılması sağlanmaktadır. Bağlam entegrasyonunda ise, öncelikle bir disiplin odak merkezi olarak belirlenip tasarımın etkili olabilmesi için diğer disiplinlerden yararlanılmaktadır. Örneğin, bir matematik öğretmeni bir aracın lastiğinin güvenilirliğine bakmak için ki-kare istatistiğinden faydalanabilir aynı zamanda bu tasarımı tamamlayabilmesi için mühendislikten de faydalanabilir (Moore vd., 2014).

STEM eğitiminde, merkezde bulunan disiplinin diğer STEM disiplinleri ile bütünleştirilmesinde öğretmenin deneyimlerinden yararlanmak oldukça önemlidir (Çorlu, Capora & Capora, 2014). Bu açıdan STEM bütünleşik öğretmenlik çerçevesinin felsefesi incelendiğinde, 21. yy ile birlikte bilginin tek ve değişmez olduğu gerçeği yerini, bilgi

temelli hayatta daha bütüncül bakış açlarına bırakmıştır. Bilginin kullanılmasında kurulan ilişkiler artık daha önemli görülmektedir. Bu durumda öğretmenler öğrencilerin bilgiyi yapılandırmasına yardımcı olan kişiler olduğundan öğrencilere deneyim kazandırmaya çalışmalıdırlar. Öğretmenler öğrencileri öğrenme ortamına dâhil ederek, sorunlara birlikte çözüm üretmeye çalışmalıdırlar. Bunun için de iyi bir planlama yapmaları gerekmektedir. Disiplinler arası kurulacak bu ilişkiler için öğretmenlerin iyi bir planlama yapması gerekmektedir (Çorlu & Çallı, 2017, s.3-5). Problemlerin çözümü için bir temaya göre başka disiplinlerden destek alınan multidisipliner (Drake & Brake, 2004), birbirinden bağımsız olan disiplinlerin ortak bir konuda, temada birleştirilerek hedefe ulaşmak için destek alınan multidisipliner ve bir araştırma sorunu ya da yeni bilgiye ulaşmak için alan dışındaki farklı araştırmacılardan yararlanılan transdisipliner (Tress vd., 2007) STEM entegrasyonları ile yetişen bireylere ihtiyaç duyulmaktadır. Çocukları sadece STEM alanlarına yönlendirmek değil aynı zamanda onların fen, mühendislik, matematik becerilerini geliştirmek de oldukça önemlidir (Moore vd., 2014). STEM müfredatının bütün sınıf düzeylerinde entegre şekilde kullanılması öğrencilerin problemlere yaratıcı çözümler bularak karar verme becerilerini geliştirecektir (Meyrick, 2011). Bütünleşik STEM eğitimi geleneksel eğitimle derslerin yürütülmesinden farklı olarak araştırma yaparken, proje tabanlı yaklaşımlar uygulanırken dört disiplin alanının birleştirilerek bir bilim insanı ve mühendisin yapacağı gibi hayata geçirilecek şeyler yapmayı sağlamaktadır. Aynı zamanda eğitimciler tarafından fen, matematik, mühendislik ve teknoloji gibi alanlardaki mezun sayısının artırılması hedeflemektedir (Breiner vd., 2012).

2.4. Fen, Matematik, Teknoloji Disiplinleri ve Mühendislik

Gerçek hayat problemlerinin çözümünde, genç öğrencilerin teknolojik bilgilerini artırmak için K-12 eğitiminde mühendisliğe yer verilerek, STEM eğitiminde mühendislik anlayışı benimsenmelidir (Brophy, Klein, Portsmore & Rogers, 2008). Yapılan

araştırmalar ve tartışmalar K-12 eğitiminde mühendislik eğitiminin STEM eğitiminin bir parçası olduğu vurgulanmaktadır. Bu çalışmaların odağında fen ve matematik disiplinleri yer alsa da teknoloji ve mühendislikle ilgili araştırmaların da yapılarak gelecek neslin bilim standartlarının şekillenmesine yardımcı olunabileceği açıklanmaktadır (NAE & NRC, 2009; NRC, 2012). ABD’de K-12 eğitiminde ortak ulusal bir mühendislik eğitiminden bahsedilmektedir. Oluşturulan standartlarla ortak bir eğitim çerçevesi belirlenerek içerikler zenginleştirilmektedir (Carr, Bennett & Strobel, 2012). Örneğin, Amerika’da Ulusal Bilim Vakfı (NSF) işbirliğiyle yürütölen Galileo Projesindeki lisansüstü öğrenciler bir mühendislik eğitimi çerçevesi geliştirmişlerdir. Buna göre; fen, matematik ve mühendislik disiplinleri teknik okuryazarlıkla desteklenerek öğrencilerin bu alanlardaki bilgileri ana okulundan lise son sınıfa kadar olacak şekilde geliştirilecektir. Bununla birlikte, lisede yer alan klasik fen ve matematik müfredatlarına mühendislik müfredatlarının da eklenmesi önerilerek problem temelli mühendislik yaklaşımı benimsenmeye başlanmalıdır. Fen ve matematik öğretmenlerinin yürüttükleri dersleri sorgulamaya dayalı olarak yapılarak geleneksel paradigmadan uzaklaşılmalı ve dört disiplinin entegrasyonu sağlanmalıdır (Koehler, Faraclas, Sanchez, Latif & Kazerounian, 2005).

Mühendislik günlük yaşamda var olan sorunlara çözüm bulabilmek için gereken bilgileri kullanabilmek için fen, teknoloji, matematik gibi disiplinlerden faydalanarak yaratıcı fikirler geliştirme sürecidir. Eğitimdeki mühendislik süreci bilgi temelli toplumun günlük hayattaki problemlere çözüm üretmesini sağlamaktadır. Dört disiplinindeki bilgiler kullanılacağı için bilginin uygulanabilirliği ve anlamlı olması kolaylaşacaktır (Çorlu & Çallı, 2017, s.11-14). Aynı zamanda eğitim sistemindeki bu mühendislik anlayışı, öğrencilerin öğrenmede zorlandıkları kavramları anlamalarını ve günlük hayatlarında kullanmalarını sağlamaktadır (Çorlu & Çallı, 2017, s.13).

Öğrencilerin mühendislik sürecini kullanırken geliştirilecek olan mühendislik becerileri onların kariyerlerinin şekillenmesinde de önemli rol oynayacaktır. K-12 eğitiminde

uygulanacak olan mühendislik tasarım süreci ile problemlere çözüm üreten bir nesil yetiştirilmesi mümkündür. Bunun için STEM müfredatının yer aldığı yaklaşımlardan yararlanılarak ön yaşantıları farklı olan öğrenciler arasında denge kurulabilir. Onların yaratıcılık ve yenilikçi düşünme becerileri geliştirebilir (Meyrick, 2011). Mühendislik yaklaşımı ve bilimsel içerikler entegre edilerek eğitim verilen öğrencilerde bilimsel standartların anlaşılması kolaylaşarak bir doğrudan ziyade birden çok çözüm üretebilme fikri oluşacaktır (Wendell & Rogers, 2013). İlköğretimde mühendislik uygulamaları, özellikle ortaokuldan önce küçük yaştaki çocuklar için motive edici olabileceği, fen ve matematiği bütünleştirerek onların kariyerleri ile ilgili tercihlerinde etkili olabilmektedir. Ayrıca, öğretmenler mühendislik yaklaşımında çocukların ezberledikleri veya yetersiz oldukları durumları ele almalıdır. Öğretmenler destekleyici materyallerle çocukların motivasyonunu artıracak etkinliklerle onların problem çözme, eleştirel düşünme ve ekip çalışması gibi becerilerine katkı sağlayabilir (Lachapelle & Cunningham, 2014).

2.5. Mühendislik Tasarım Süreci

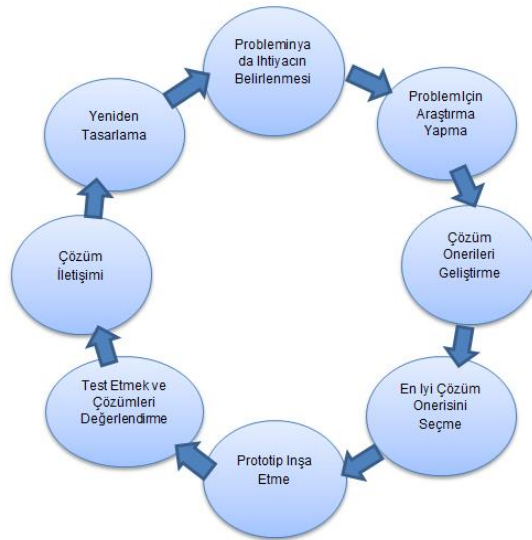
Mühendisliği öğrenmek aslında bireylerin yeni bir şeyler tasarlamayı öğrenerek, işe yarar şeyler üretilmesini sağlamaktadır. Öğrencilerin küçük yaşta bu uygulamaları öğrenerek mühendislik tasarımı ve problem çözme süreçlerini geliştirmeleri gerekmektedir. Bunun için de STEM disiplinlerinin iyi anlaşılması oldukça önemli görülmektedir (Brophy vd., 2008). Mühendislikte tasarım süreci, öğrencilerin bilim insanı ve mühendislerin gerçek dünyada yaptıkları gibi problemleri çözmelerini sağlayan; inşaa etmek, test etmek, verileri kaydetmek ve sonuçları analiz etmek şeklinde bir öğrenme döngü olarak tanımlanmaktadır (Brunsell, 2012). NAE ve NRC (2009) tarafından yayınlanan “K-12 Eğitiminde Mühendislik: Durumun Anlaşılması ve Beklentilerin Karşılanması” adlı raporda mühendisliğin en önemli boyutu olarak tasarım gösterilmektedir. Bu yaklaşım mühendisliğe yönelik bazı tanımlamaların doğrudan tasarım bağlamında ele alınması sonucunu doğurmuştur.

Tasarım, bir sorunun çözümü için özel planlar üretmektir. Mühendislik tasarımı belli sınırlar içinde matematiksel bilgilerin, bazı modellerin kullanıldığı organize edilmiş bir süreçtir. Buradaki amaç, toplumun sorunlarına uygun çözümler üretirken matematik ve fen bilgilerinin yan sıra teknoloji ve mühendislikten de yararlanmaktır. Bu sürecin sonunda öğrenciler sorunu çözebilmek için tasarım ürünü meydana getirecektir (Wendell, 2008, s.5-6). Tasarım ve problem çözme öğrencilerin gerçek dünya problemlerini ele aldığı ve üst düzey düşünme becerilerini geliştirdiği önemli bir öğretim stratejisidir. Temelde amaçlanan gerçek uygulamaların işe koşularak öğrencinin problemlere kendisinin dikkat etmesini sağlamaktır (ITEA, 2000).

ABD’de 2016 yılında öğrencileri sivil ve akademik dünyaya hazırlamak için Massachusetts Bilim ve Teknoloji/Mühendislik Müfredat Çerçevesine göre fen, teknoloji ve mühendislik standartları oluşturulmuştur. Burada özellikle K-12 eğitiminde, öğrencilerin bilim ve teknik açıdan gelişim sağlayabilmesi için onların STEM kariyerlerine yönlendirilmeleri gerektiği belirtilmiştir. Massachusetts Müfredat Çerçevesine göre hazırlanan mühendislik tasarım temelli süreçte problemlerin çözümü için döngüsel bir adım izlenmektedir. Öğrencilerin fen ve matematik bilgilerini uyguladıklarını mühendislikle etkileşime girerek yeni şeyler inşa etmeleri sağlanmaktadır (Massachusetts, 2016). Mühendislik tasarım temelli süreçte; problemlerin tanımlandığı, araştırmaların yapıldığı, fikirlerin söylendiği, test edilip, değerlendirmeler yapılmaktadır (Hynes, Postmore, Dare, Milto, Rogers, Hammer & Carberry, 2011).

Ohio’daki NASA’nın 10 merkezinden biri olan Glenn Araştırma Merkezi’nde (GRC) mühendisler ve bilim insanları havacılık ve uzay uçuşları için yeni teknolojiler araştırmaktadır. GRC’de mühendislik tasarım döngüsü ile havacılık araştırmalarını bütünleştirerek mühendisler yetiştirilmektedir. NASA STEM kariyer alanlarına yönelik öğrenci yetiştirirken bu sürecin kullanılabileceğini vurgulamaktadır. Çünkü mühendislik tasarım süreci; fen, teknoloji, mühendislik ve matematik gibi STEM içeriklerine uygun becerilerin gelişmesini sağlayacaktır. Buna göre sekiz aşamadan oluşan mühendislik

tasarım süreci Şekil 4'te gösterilmektedir (NASA, 2015). Ohio'daki NASA 'nın on merkezinden biri olan Glenn Araştırma Merkezi'nde (GRC) mühendisler ve bilim insanları havacılık ve uzay uçuşları için yeni teknolojiler araştırmaktadır. GRC mühendislik tasarım döngüsü ile havacılık araştırmalarını bütünleştirerek mühendislerini yetiştirmektedir. NASA STEM kariyer alanlarına yönelik öğrenci yetiştirilirken bu sürecin kullanılabileceğini vurgulamaktadır. Buna göre sekiz aşamadan oluşan mühendislik tasarım süreci Şekil.4'te gösterilmektedir.



Şekil 4. NASA Mühendislik tasarım döngüsü (NASA, 2015, s.8).

Eğitim süreçlerinde mühendislik süreçlerinden yararlanmak oldukça önemlidir. Bu doğrultuda, yapılacak olan araştırmalarda K-12 eğitiminde;

- Öğrencilerin değişen teknoloji karşısındaki düşünceleri ve mühendislik algılarının ne olduğu,
- Öğretmenlerin mühendislik müfredatı için hangi seviyede uygun materyal hazırlayacağı,
- Öğretmenlerin kendi gelişimler için ne yapmaları gerektiği,
- Öğretmenlerin hangi kaynakları kullanmalarının öğrencilerin tasarım becerisine katkı sağlayacağı,
- Mühendislik ve teknoloji müfredatlarının genel müfredatla uyumunun kurumsal açıdan nasıl sonuçlanacağı,
- Öğrencilerin yaş gruplarına göre içeriklerin nasıl hazırlanacağı,
- Öğretmenlerin mühendislik tasarım sürecini nasıl ölçüp- değerlendirebileceği

gibi araştırma konularının seçilmesi oldukça önemli görülmektedir.

2.6. Mühendislik Tasarım Temelli Fen Öğretimi İle İlgili Yaklaşımlar

Tasarım temelli fen eğitimi, bilimsel bilginin kullanılarak gerçek dünyadaki problemlere çözüm bulma süreci olarak tanımlamaktadır (Fortus, Dershimer, Krajick, Marx & Mamlok-Naaman, 2004). Klasik fen ve matematik müfredatlarına mühendisliğin de eklenmesiyle geleneksel paradigma anlayışından uzaklaşarak bu disiplinlerin entegrasyonunu kurmak önemli görülmüştür (Koehler vd., 2005). Öğrencilerin K-12 eğitiminde fen bilimleri, matematik ve mühendislik konularında mühendislik tasarım süreci STEM öğrenim hedefleri ile birleştirilmek istenmektedir (Berland, 2013).

Literatürde mühendislik tasarımlarının fen öğretiminde kullanılmasına yönelik farklı yaklaşımlar bulunmaktadır (Leonard, 2004, Mehalik, Doppelt & Schunn, 2008; Wendell, 2008, Marulcu, 2010). Wendell (2008) çalışmasında mühendislik tasarım yaklaşımının fen öğretiminde kullanılmasına yönelik beş yaklaşımdan bahsetmektedir. Bunlar;

1.Tasarım Temelli Modelleme

Penner vd. (1977) 6-8 yaş aralığındaki 1 ve 2. sınıf öğrencilerinin fen bilimlerini anlamaları için model oluşturma ve bu modellerin revizyonu sağlayacak tasarım bağlamını araştırmışlardır. Öğrencilere insan dirseği ile ilgili modelleme yapacakları bir

tasarım görevi verilmiştir. İlk başta öğrenciler daha önceden gördükleri ya da hatırladıkları dirsek modelleri ile ilgili fikirlerini sunarak bunlar üzerinde grupça çalışarak tartışmışlardır. Gruplar ilk modellerini tasarladıktan sonra sınıfa sunarak modellerin çalışma prensiplerini göstermişlerdir. Öğrenciler bu sunumlardan ve tartışmalardan sonra modellerini test ederek revize etme imkânı bulmuşlardır. Bu süreçte tasarım temelli modelleme sürecinde öğrenciler modelin işlevleri ve modelin hareketini sınırlayan kısıtlamaların da farkına varmış olacaktırlar. Dolayısıyla öğrenciler model tabanlı akıl yürüterek fen ve matematikten de yararlanabilirler. Wendell (2008) ise, tasarım temelli modelleme ile fen bilimleri ve tasarım becerilerinin birlikte gelişebileceğini belirttiği çalışmasında Penner vd. (1997)'in ifade ettiği tasarım temelli modelleme aşamalarından bahsetmiştir.

Buna göre;

- Öğretmenin tasarım görevini ve izin verilen materyalleri açıklaması,
- Öğrencilerin küçük gruplar halinde tasarımları planlaması ve oluşturması,
- Öğrencilerin öğretmen tarafından kolaylaştırılmış sınıf tartışmasıyla düşüncelerini paylaşması,
- Öğrencilerin oluşturdukları modelleri test etmesi ve değerlendirmesi,
- Öğrenciler modelleri revize etmesi,
- Öğrencilerin, revize edilmiş modelleri sunması ve tartışması,
- Öğretmen yerleşik modeller yoluyla fen araştırmalarına liderlik etmesi

gibi aşamalar yer almaktadır. Penner vd. (1997) fonksiyonlu bir insan dirseği bağlamında ilkökul öğrencilerinin öncelikle bu dirseğin yapısını inceleyerek onu hazırlarken yük ve destek noktası, kaldıraç gibi kavramları anlayarak aralarındaki matematiksel ilişkiyi kavramalarını kolaylaştıracağını belirtmektedir.

2.Çocuklar İçin Mühendislik

Roth (2001) çalışmasında teknoloji merkezli sınıflarda on yıllık araştırma süreci sonunda öğrencilerin fen bilimini tasarlayarak nasıl öğrendiklerini ortaya koymaya çalışmaktadır. 6 ve 7. sınıfta dört aylık bir teknoloji merkezli müfredatla öğrencilerin tasarım aktiviteleri yaparak mühendislik uygulamalarıyla ürün tasarımları sağlanmıştır. Bu süreçte, öğrencilerin fizikteki kuvvet ünitesinde basit makinalarla ilgili bir tasarım yapmaları istenmiştir. Bu yaklaşımda, öğrencilerin ürünün ilk taslağını oluşturup, ürünle ilgili planlanma yapılması, bu planların grafiklerle, tablolarla gösterilmesi, üç boyutlu gösteriminin çizilmesi ve ürünlerinin test edilerek analiz edilmesi ve sunulması gibi aşamalar yer almaktadır. Böylece, öğrencilerin planlamalar yapması, prototip çizmesi, kendi fikirlerini eleştirel olarak düşünmeleri ve bunları sunarak birlikte tartışmaları sağlanmaktadır. Ayrıca, Roht (2001) çocuklar için mühendislik yaklaşımında argümantasyon temelli uygulamalardan da yararlandığını belirtmektedir.

Wendell (20008) ise, çocuklar için mühendislik yaklaşımında fen öğreniminin gerçekleşmesi için sınıf içinde konuşma ve yazma söylemlerinin de önemli olduğunu belirtmektedir.

3.Mühendislikte Rekabet

Sadler, Coyle ve Schwartz (2000) tarafından ortaya konulan mühendislikte rekabet yaklaşımında mühendislik zorlukları fen bilimlerinin içerik bilgisiyle ilişkilendirilmeye çalışılmaktadır. Ortaokul öğrencilerine termal iletkenlikten yararlanarak bir ısı lambası altında en soğuk kalacak kartondan yalıtımlı bir ev, rüzgâr tribünü, köprü, elektromanyetizma, yerçekimi arabası ve elektrik pilleri gibi altı tane senaryo verilerek tasarım rekabetini tanımlamaları ve bu tasarımın prototipini fen prensiplerine göre keşfetmeleri sağlanmaktadır. Bu çalışmada, mühendislik zorluklarının sadece üst sınıflarda öğrenim gören öğrenciler için değil aynı zamanda ortaokul öğrencileri için de kullanılabilir olduğu ve özellikle ortaokul öğrencilerinin laboratuvar uygulamalarında

mühendislik zorluklarına yer verilebileceği belirtilmektedir. Öğrenciler kendilerinden ne beklenildiğini anlayarak, fikirler üreterek onları test edip, geri bildirim alabilmektedir.

Ortaokul öğrencilerinin bu tasarım zorluklarından başarılı sonuçlar elde etmeleri için:

- Eğitimciler tarafından hedefler net şekilde belirlenmeli,
- Tasarımların değerlendirilmesinde güvenilir testler kullanılmalı,
- Öğrencilerin tarafından iyi bir şekilde inşa becerilerini geliştirmek için prototip hazırlanmalı,
- Öğrencilerin ürünlerini test ederek, ürünlerdeki hataların ve başarısızlıklarının da farkına varmaları,
- Öğrenciler sürecin tamamını amaca uygun olarak kaydetmeleri sağlanmalıdır (Sadler vd., 2000).

4.Proje Tabanlı Fen

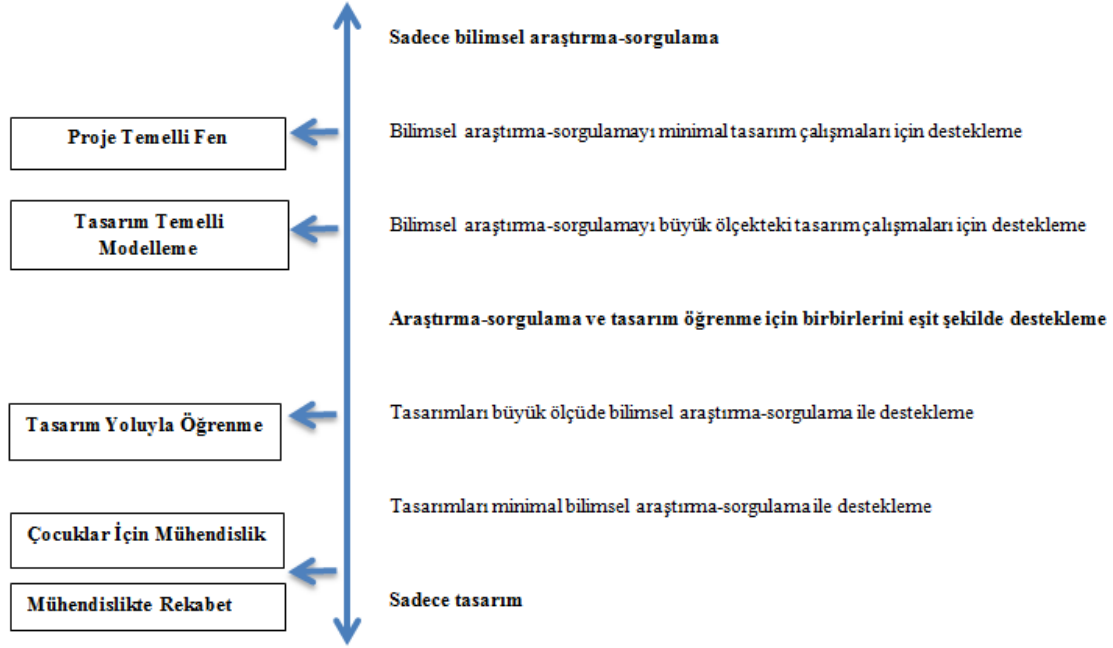
Krajick, Blumenfeld, Marx, Bass, Fredricks & Soloway (1998) araştırmasında birkaç ay süren 2 projeye katılan ortaokul öğrencilerinin sorgulama temelli fen öğreniminde karşılaştıkları zorlukları açığa çıkarmayı amaçlamaktadır. Krajick vd. (1998) ortaya koydukları yaklaşımda fen eğitimi araştırma-sorgulama temelli bir soruşturma etkinliği olarak düşünülmektedir. Bu yaklaşımda direk olarak tasarlama ve mühendislik kavramları yer almasa bile, yapılan tasarım süreçleri mühendislerin tasarım süreçlerine benzemektedir. Öğrenciler araştırma tasarlama sürecinde grup arkadaşlarıyla birlikte hareket ederek veri toplayarak analiz etmek, yorumlayarak sonuç çıkarmak gibi süreçleri gerçekleştirmektedir. Eğitim ortamında bu yaklaşım, öğretmenlerin gerçek yaşam sorunlarından yola çıkarak öğrencilere göre amaç ve sorular sormasıyla başlamaktadır. Öğrenciler gruplara ayrılarak bu soruların çözümüne yönelik tasarım planları yaparak bilgi toplamaktadır. Öğretmen ve öğrencilerin yorumlarıyla tartışmalarla öğrencilere dönütler verilerek ürünlerini revize etmeleri sağlanmaktadır (Krajcik & Blumenfeld, 2006; Tal, Krajcik & Blumenfeld, 2006; Wendell, 2008). Tal vd. (2006) çalışmasındaki

projede, bisiklet sürücülerinin kask giymesinin sebebini sorarak başladıkları süreçte öğrencilerden küçük bir araba tasarlayarak içinde yumurta taşınmasını sağlayacak bir kask geliştirmeleri istenmektedir. Böylece, tasarım sürecinde öğrencilerin kuvvet, mekanik, kütle, ivme ve Newton'un hareket kanunlarını içeren fen kavramlarını öğrenmeleri de sağlanacaktır.

5.Tasarım Yoluyla Öğrenme

Tasarım yoluyla öğrenme yaklaşımı Kolodner, Crismond, Gray, Holbrook ve Puntambekar (1998) tarafından 1990'ların ortalarında ortaya çıkmıştır. Bu yaklaşım, bilişsel ve sosyal öğrenmenin birleşimine dayalı olan yapılandırıcı bir öğrenme yaklaşımıdır. Öğrenme ortamlarında bir sınıf veya müfredatın tasarlanması için kavramsal bir çerçeve sunmaktadır. Kolodner, Camp, Crismond, Fasse, Gray, Holbrook ve Ryan (2003) çalışmasında proje tabanlı sorgulama yaklaşımı ile dersler ve öğrenme ortamlarının tasarlanmasına yönelik olan bu yaklaşımı, bilişsel, sosyal öğrenme, iletişim, fen bilimleri ile ilgili kavramların uygulandığı bir süreç olarak açıklamaktadır. Tasarım yoluyla öğrenme ile derin, etkili ve kalıcı öğrenmeler sağlanarak işbirliğine dayalı sorgulama yaklaşımı kullanılmaktadır. Tasarım yoluyla öğrenme ile hedeflenen öğrencilerin yaşamlarında başarılı şekilde düşünen, öğrenen bireyler olmaları, etkili karar vericiler olmaları ve modern dünya gelişmelerini takip eden bireyler olmalarını sağlamaktır. Bu kapsamda, ortaokul öğrencilerinin fen bilimleri dersinde hareket eden araçlar konusunda mekanik güç ile çalışan ve 10 cm yükseğe tırmanabilen bir araç tasarlamak olan nihai hedef belirlenmiştir. Öğrenciler bu tasarımı gerçekleştirmeden önce mini tasarımlar yapmışlardır. Bu mini tasarımlar boyunca temel mekanik ve Newton'un hareket kanunları ile ilgili derin bilgiler elde edebilmiştir. Wendell (2008) tasarım yoluyla öğrenme için tasarıma uygun bir sınıf ortamı oluşturmak için ritüelleştirilmiş uygulamaların yapılması gerektiğini belirtmiştir.

Bozkurt (2014), Wendell (2008)'in çalışmasında belirttiği gibi mühendislik temelli yaklaşımları yapılandırmacı fen dersleri için tasarım/bilimsel araştırma-sorgulama yaklaşımı düzlemine göre aşağıdaki gibi özetlemiştir (Şekil 5).

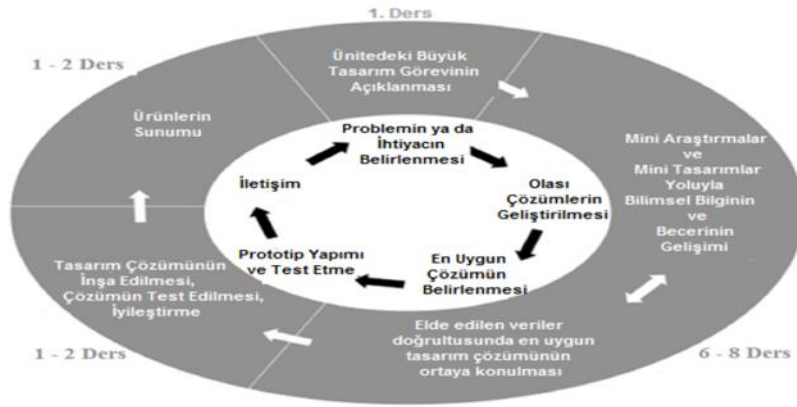


Şekil 5. Mühendislik temelli yaklaşımların yapılandırmacı fen dersleri için tasarım ve bilimsel araştırma-sorgulama düzlemine göre değerlendirilmesi (Bozkurt, 2014).

Şekil 5'e göre, proje temelli fen yaklaşımında bilimsel araştırma-sorgulamayı minimal çalışmalar ile desteklenirken; tasarım temelli modellemede bilimsel araştırma-sorgulama büyük ölçekte tasarımlarla desteklenmektedir. Ayrıca, tasarım yoluyla öğrenme yaklaşımında tasarımlar büyük ölçüde bilimsel araştırma-sorgulama ile desteklenmektedir. Çocuklar için mühendislik ve mühendislikte rekabet ise sadece tasarımlar ile desteklenmektedir.

Mühendislik tasarımlarının fen öğretiminde kullanılmasına yönelik ifade edilmiş olan bu yaklaşımlar ilkökul ve ortaokul öğrencileri için bir ünite veya bazı kazanımlara uygun olacak şekilde açıklanmıştır. Daha uzun süreli, bir dönemlik ders planları için ise daha

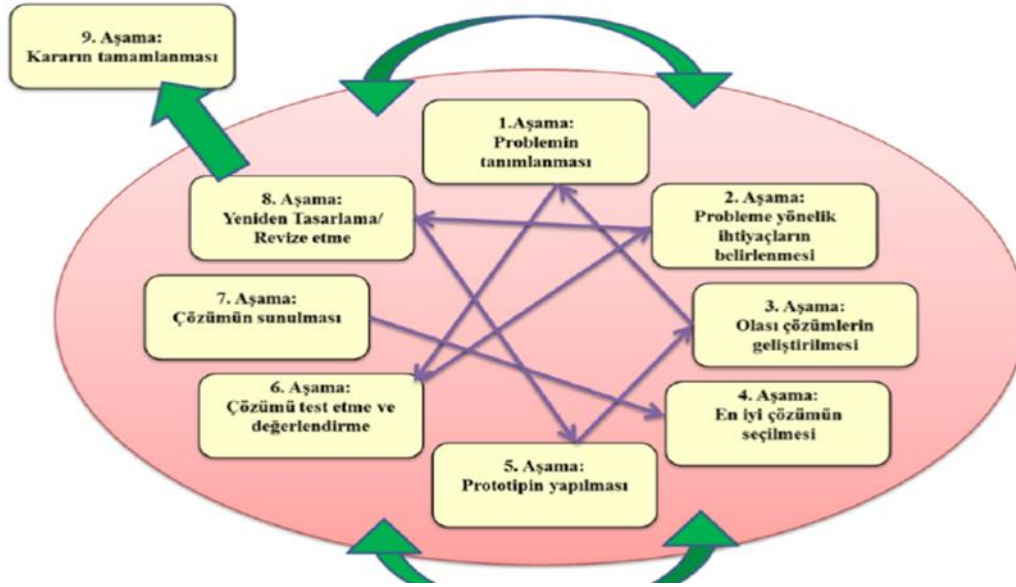
sonra Wendell (2010) tarafından bir model önerilmiştir (Bozkurt, 2014). Bu model, Barnet Connolly, Jarvin, Marulcu, Rogers, Wendell ve Wright (2008) ve Marulcu (2010)'nun mühendislik tasarım süreci için önerdikleri problemi tanımlama, çözüm için araştırma yapma, en iyi çözüm önerisine karar verme, prototip çizme, prototipi test etme ve tasarımı tekrar geliştirme aşamalarına da dikkat edilerek küçük yaş grubundaki öğrenciler için Wendell vd. (2010) tarafından oluşturulan ve Ercan ve Şahin (2013) tarafından Türkçe'ye uyarlananan modeldir. Bu model, Şekil.6'daki gibidir.



Şekil 6. Mühendislik tasarım süreci ekseninde yapılandırılan fen eğitimi eğitimi (Barnett vd., 2008; Wendell vd. 2010; Ercan & Şahin, 2013).

Bu mühendislik tasarım sürecine göre yapılandırılmış döngü incelendiğinde; döngünün ortasında mühendislik tasarım süreç basamakları yer almaktadır. Problem/ihtiyacın belirlenmesiyle başlayan ve ürünün yapılarak test edilmesine kadar süren basamakların etrafında ise bu döngünün derslere uyarlanması hakkında bilgi verilmektedir. Öğrencilere verilen büyük tasarım görevini yapmaları için öncelikle mini tasarım görevlerini yaparak bazı bilgi ve becerileri kazanmaları sağlanmaktadır. Elde edilen bilgiler ışığında olası çözümler belirlenerek en uygun olan çözüm önerisi seçilir ve ardından bu çözüm test edilerek sunulur. Böylece büyük tasarım görevi için gerekli bilimsel bilgi, beceri ve süreç tecrübesi kazanılmış olacaktır (Bozkurt, 2014).

Benzer şekilde Hynes vd. (2011) daha büyük yaş grubundaki lise öğrencileri için mühendislik tasarım yaklaşımının STEM derslerine uyarlanması çalışmasında 9 aşama ve bu aşamaların birbiriyle olan ilişkisini modellemiştir. Bozkurt (2014) tarafından uyarlanan model Şekil.7’de gösterilmiştir.



Şekil 7. Lise öğrencileri için önerilen mühendislik tasarım süreci (Hynes vd., 2011’den Türkçe’ye uyarlayan Bozkurt, 2014).

Mühendislik tasarım sürecinin aşamaları:

1.Problemin/İhtiyacın Tanımlanması

Mühendislik tasarım sürecin ilk önce problemin belirlenmesi ile başlamaktadır (Marulcu, 2010). NGGS (2013)’e göre mühendislik sürecinde üç önemli aşama vardır. Bunlar; problemi tanımlamak, çözümleri tanımlamak ve problemi optimize etmektir (Brunsell, Kneser & Niemi, 2014). Öğrencilerin problemin çözümüne göre kriter ve sınırlılıklarını belirlemesi oldukça önemlidir. Önemli olan öğrencilerin kötü tanımlanmış problemlerin üstesinden gelerek, istenen kriterlere uygun ve sınırlılıkları az olan belirlemeleridir (Hynes vd., 2011). Kriterler elde edilecek olan ürünün başarılı olması için taşıması gerek niteliklerdir (Bozkurt, 2014). Sınırlılıklar ise, problemin çözümü için elde edilecek olan ürünün önündeki kısıtlamalardır. Bunlar; ekonomik, yasal, fiziksel, politik, etik, sosyal,

estetik veya zaman gibi faktörlere bağılı olabilir (NRC, 2012). Mühendislik tasarım sürecine problemin ne olduğı ile başlanır. Problem durumunun çözümü için gerekli nitelikleri sağlamak için kriter ve sınırlılık belirlenerek bir tasarım planı geliştirilmelidir (NRC, 2012).

2.Problem İçin Araştırma Yapmak

K-12 eğitiminde mühendislik komitesinin mühendislik tasarımı için belirlediğı prensiplerden birincisi; problemleri tanımlamak ve onları çözebilmek için çabalamaktır (NAE & NRC, 2009). Bu aşamada öğrencilerin problemin çözümü için bireysel ve grupça zengin içerikli araştırmalar yaparak çözüm önerisi üretebilecek duruma gelmeleri sağlanmalıdır. Öğrencilerin problemin çözümü için ilk düşündükleri şeyi yapmalarından ziyade problemle ilgili araştırma yapmaları önemlidir. Onların problem çözümünde dikkat edecekleri unsurların farkına varıp, sorunun çözümü için tam olarak ne yapmaları gerektiğini anlamaları gerekmektedir (Hynes vd., 2011).

3.Çözüm Önerileri Geliştirmek

Mühendislik tasarım sürecinin sıradaki adımları çözüm önerileri geliştirip bunlar içinden en iyi olanın seçilmesidir (Marulcu, 2010). Öğrencilerin burada çoklu çözüm önerisi geliştirebilmesi için mevcut çözümleri araştırarak, beyin fırtınası ile alternatif çözümler üretmesi beklenmektedir (Mentzer, 2011). Öğrencilerin olabildiğince farklı fikirler üretmesi oldukça önemlidir. Bozkurt (2014) öğrencilerin bu aşamada fikirleri yazarak ya da çizerek bir şekilde not etmelerini tavsiye etmektedir.

4.En İyi Çözümü Seçmek

Öğrenciler bu adımda şimdiye kadar buldukları bilgileri nasıl kullanacaklarını ve en iyi çözümü nasıl seçeceklerini öğrenir (Marulcu, 2010). Bu adımda öğrencilerin çözümlerinden kriteri en fazla olanı ve sınırlılığı en az olanı seçmesi beklenir. En iyi çözüm önerisi seçilirken alternatif kararların karşılaştırıldığı karar matrisleri kullanılabilir (Schulte-Mecklenbeck, Kühberger & Johnson, 2011). Tasarım sürecinin asıl amacı

soruna çözüm olabilecek nitelikte bir ürün geliştirmektir. Bu aşamada bireysel ya da grupla belirlenen farklı olası çözüm önerileri içinden en uygun olan çözümün belirlenmesi etkili bir tasarım süreci için oldukça önemlidir (Hynes vd., 2011). Kriter ve sınırlılıklara göre en iyi çözüm önerisine karar verilmediğinde bazı kriterler diğerlerine göre daha baskın gelebilir. Kriterler arasında trade off (ödün verme) yapılabilir. Bu durumda, birden fazla tasarım karşılaştırılarak bazı kriterlerin önceliği değiştirilebilir (NRC, 2012).

5.Prototip Çizimi Yapmak ve Prototipi İnşa Etmek

Prototip, bulunacak çözümün (fiziksel, matematiksel veya sanal) bir temsili ya da modeli olabilir (Hynes vd., 2011). Öğrenciler karar verdikleri çözüm önerisinin prototipini çizdikten sonra tasarımlarını inşa ederek onu modellemiş olurlar. Öğrenciler bu aşamada karar verdikleri çözüm önerisinin görünümünü göstererek onun farklı özelliklerini (boyutu, işlevi, görünümü) sunmuş olurlar (Hynes vd., 2011). Öğrenciler prototip çizimiyle, mühendisler gibi nihai çözüm önerileri için modellerini açıklar ve sunumunu yapmış olurlar (NRC, 2012). Planlanan çözüm önerisini görsel olarak tanımlayıp, anlayabilmek için protip süreci oldukça önemlidir.

6.Çözümleri Test Etmek ve Değerlendirmek

Öğrenciler inşa ettikleri prototiplerin başarısını görmek için problemin kriter ve sınırlılıklarına dikkat ederek bunları test etmelidir. Çözümlerin test edilip değerlendirilmesi aşamasında prototipin eksikliklerini fark ettiklerinde her prototipin bitmiş bir ürün olarak algılanmasının önüne geçilmiş olur (Hynes vd., 2011).

7.Çözüm İletişimi

Mühendisliğin önemli aşamalarından biri de fikirlerin ve ya bulguların geri bildirimini almak ve onları pazarlamak için paylaşmak ve bu paylaşımlardan dönüt almaktadır (Hynes vd., 2011). Bu aşamadaki amaç öğrencilerin çözümlerini paylaşarak onlar hakkında dönüt almalarını ve fikirlerini zenginleştirmelerini sağlamaktır. Çünkü, farklı

süreçlerin anlaşılmasında veya farklı sistemler arasında bağlantı kurulmasında dönütler oldukça önemli görülmektedir (NRC, 2012).

8.Yeniden Tasarlamak/Revize Etmek

Öğrenciler bu aşamada verdikleri her türlü kararı, bu kararların gerekliliklerini ve kriterlerini karşılayan ürünü elde edinceye kadar ürünün prototipini çizerek onu geliştirerek revize sürecine devam etmelidir (Hynes vd., 2011).

9.Kararın Tamamlanması

Tüm bu aşamalardan sonra nihai ürünün son halini aldığına karar verilerek, süreç tamamlanmaktadır (Hynes vd., 2011). Mühendislik tasarım temelli yürütülen fen eğitimi, STEM ile yürütülen eğitim anlayışlarına uygundur (Labov, Singer, George, Schweingruber & Hilton, 2009). Teknolojik/mühendislik tasarım tabanlı öğrenmeler (T/E DBL) ile öğrenciler gerçek hayattaki problemlere fen eğitiminden yararlanarak sağladıkları içerikle çözümler üretirler (Felix, 2016).

Ülkemizde son yıllarda eğitim süreçlerinde yer alan mühendislik tasarım temelli süreç doğal ihtiyaçlar sonunda yaygınlaşmaya başlamıştır. Mühendislik tasarım sürecinin kullanılmasında şimdiye kadar bahsedilen hızlı değişiklikler karşısındaki dönüşümleri sağlamak amacı vardır. Bizim ülkemizde ABD'deki gibi yetersiz STEM işgücü veya bilime karşı olumsuz tutumlar mevcut değildir. Yakın tarihimiz incelendiğinde Köy Enstitüleri'nde John Dewey'in yaparak-yaşayarak öğrenme yaklaşımı benimsenmiştir. Bu okullarda zengin içerikli matematik, fen, teknoloji ve mühendislik alanlarında öğretmenler yetiştirilmektedir. Önemli olan günümüzdeki öğretmen yetiştiren kurumların bu tecrübelerle sahip öğretmen adayları yetiştirmeleri olacaktır (Çorlu & Çallı, 2017, s.2-6). Bu durumda politikacıların, okul yöneticilerinin, müfredatla uğraşan kişilerin, öğretmenlerin ortak bir bakış açısına sahip olup STEM içeriklerinin etkili öğretimine ilişkin çalışmalar yapmaları gerekmektedir (NAE & NRC, 2009; Labov vd., 2009). Mühendisliğin fen ile entegre edilmesinde mühendis öğretmenlerin olma zorunluluğu

yoktur, bunun yerine bu entegreyi matematik ve fen öğretmenleri de sağlayabilir. Fen ve matematik öğretmenleri birlikte çalışarak okul organizasyonları sağlayabilirler (Roehrig vd., 2012). Öğretmenlerin bu organizasyonları sağlamak için günümüzdeki teknolojik içerikleri iyi bir şekilde analiz ederek fen ve matematik anlayışlarını geliştirecek müfredatları incelemeleri gerekmektedir (Stohlmann, Moore & Roehrig, 2012).

Ülkemizde yapılan uluslararası PISA, TIMSS gibi sınavlardaki başarılarımız henüz gelişmiş ülkelerdeki gibi istenilen düzeyde değildir. 21. yüzyılda dünya standartları karşısında güçlü şekilde ayakta durulabilmesi için çok sayıda araştırma yapmak gerekmektedir. Özellikle son yıllarda Milli Eğitim Bakanlığı, TÜSİAD, üniversiteler, okullar, yöneticiler bu alanla ilgili çok sayıda girişimde bulunmaktadır. 2018 yılında güncellenen fen bilimleri dersi öğretim programında yer alan beceriler; a- bilimsel süreç becerileri, b-yaşam becerileri (analitik düşünme, karar verme, yaratıcı düşünme, girişimcilik, iletişim, takım çalışması), c-mühendislik ve tasarım becerisi (yenilikçi düşünme) gibi beceriler 21. yüzyılda öğrencilere kazandırılması gereken becerilerdir (MEB, 2018). Bu beceriler bireylerin meslek hayatını da olumlu yönde etkileyecektir. Bunun için mühendislik tasarım sürecinin yaygınlaştırılması gerekmektedir. Özellikle STEM entegrasyonun sağlanacağı bu süreçte matematik ve fen alanlarında ülkenin ihtiyaç duyacağı, işgücünü kaybetmeden üretilecek olan yenilikçi fikirlerin zenginleşmesi için, öğretmen adaylarının da gelişmiş müfredatlarla eğitim fakültelerinde eğitim almaları sağlanmalıdır (Çalışıcı & Sümen, 2018). Ayrıca STEM eğitim sistemlerinde yer alırken bunun sosyokültürü etkileyen bir unsur olduğu göz önüne alınmalıdır (Zeidler, 2016). Mühendislik tasarım temelli olarak yürütülecek olan derslerin 21.yy becerilerini geliştirecek nitelikte olması oldukça önemlidir. Özellikle bu araştırmada mühendislik tasarım süreci ile benzer süreçlere sahip olan, problem çözme aşamalarının uygulandığı karar verme süreci ve yaratıcı sorun çözme süreçleri birlikte incelenmeye çalışılarak alana katkı sunulmak istenmektedir.

2.7. MTTFÖ ve Karar Verme Becerisi

Son yıllarda yaygınlaşan teknolojik gelişmeler fen ve mühendislik disiplinlerini de etkilemektedir. Meydana gelen gelişmeler ışığında bilimsel bakış açısına sahip bireylerin yeni fikirler üretmesi sağlanarak sadece fen ve mühendislik alanlarında değil, diğer alanlarda kariyer yapmaları için sahip olması gereken özelliklerin ve fırsatların farkına vararak doğru kararlar almaları gerekmektedir. Örneğin, 21. yüzyıldaki tıbbi gelişmelerin sağlanması veya kamu yatırımlarının gelişmesi bireylerin doğru kararlar alabilmeleri ile ilgilidir (NRC, 2012). Ülkelerin geleceği için eğitim sürecinde bilimden ve mühendislikten yararlanılarak başvurulacak karar verme süreçleri oldukça önemlidir. Bireylerin doğru ve etkili olana karar verme becerilerinin gelişimi ise eğitim ile mümkün olmaktadır. Proctor (2005)'ın belirttiği gibi, günümüzde ülkeler arasındaki rekabet anlayışı artan pazar ihtiyacını karşılamak için özellikle işletmecilerin problem çözme ve karar verme stratejilerini kullanmaları gerekmektedir. Açık uçlu yaratıcılık gerektiren problemleri çözmek için yaratıcı çözümlere karar verilmelidir. Bunu yaparken de daha önce düşünülmemiş farklı olan alternatif çözüm olasılıkları üzerinden karar vermek gerekmektedir. Çünkü, doğru verilmiş kararlar hedeflere ulaşmada daha etkili sonuçlar doğuracaktır.

Karar verme problem çözme süreci gibidir, bir duruma karar verilirken, bilimsel karar verme yöntemleri kullanıldığından bu süreçte karşılaşılabilecek olan riskler azaltılmış olur böylece rasyonel yöntemlerle karar verilmiş olacaktır (Demir, Tütek & Bircan, 1985, s.2). Karar, bir dizi alternatif arasından yapılan seçimlerdir. Karar verme, var olan durumu birçok yönden tanımlama, bu durumla ilgili birçok alternatif fikir sunma, karar vericinin fikirlerine alternatifler bulma ve karar vericinin tercihlerinin yer aldığı zihinsel bir süreçtir (Hazelrigg, 1999). Karar verme beklentilerin karşılanmasında ve dünyayı yorumlamada bilimin önemli bir parçası haline gelmektedir (Kolodner vd., 2003). Şansla bir şeylere karar vermek fırsat olabildiği gibi bazen riskli de olabilir. Bu durumu

engelleyebilmek için rasyonel yollar tercih edilerek, bilinçli bir şekilde karar verilmelidir (Ohsawa, 2002).

Simon (1977) karar verme süreçlerini üçe ayırarak zekâ, tasarım ve seçim olarak gruplamıştır. Bu süreçleri Forman ve Selly (2011) kendi ifadelerine göre açıklamıştır. Buna göre karar verme süreçleri aşağıdaki gibidir:

1. Zekâ: problemin tanımlanmasında fırsatlar sunarak, problemin tanımlandığı ilk aşamayı oluşturmaktadır.
2. Tasarım: Beyin fırtınası, literatür taraması, araştırma yapmak, kıyaslama yapmak ve alternatif çözümler üretmektir.
3. Seçim: Sezgisel bir yöntemle değil, analitik hiyerarşik süreçle sistemli seçimler yapmaktır (Simon, 1977, s.41).

Koehler vd. (2005) çalışmasında, lisansüstü öğrencilerin geliştirdiği Galileo Projesi'ndeki mühendislik eğitimi çerçevesine göre, öğrencilerin teknolojik keşifler yaparak, onların matematik, bilim ve sosyoekonomik alanlarda karar verme ve problem çözme konularında deneyimler kazanması oldukça önemlidir. Bireyler modern teknolojik temeller doğrultusunda bilinçli kararlar alma becerisini geliştirebilir. Öğrencilerin mühendislik paradigmasında kullandıkları problemleri çözme süreci onların karar alma durumlarını geliştirmektedir.

Bu mühendislik süreci:

- Problemi tanımlama,
- Problemi analiz etme,
- Olası çözümler üretme,
- Sınırlılıkların dikkate alınması,
- Olası çözümlerin revize edilmesi,
- Karar alınan ürüne kadar tekrarlı prototip çizimi
- Nihai tasarımın uygulanması gibi adımları içermektedir (Koehler vd., 2005).

Benzer şekilde Hynes vd. (2011) bu süreç için 9 aşamalı mühendislik tasarımı sürecinde problemlere uygun olan kaliteli ürünler ortaya çıkarmak için karar vermeyi geliştirmek için düşüncelerin düzenlemesi gerektiğini belirtmektedir. Öğretmenler öğrencilerinin bir mühendis gibi düşünmesine imkân tanıyarak, onları dinlemeli ve mühendislik tasarım temelli öğrenmelerini desteklemelidir. Adair (2000)'de, karar verme süreci ile mühendislik tasarım sürecinin benzer aşamalara sahip olduğunu belirtmiştir. Ayrıca, Kayser (2011)'e göre, problem çözme sürecinin aşamaları;

- Problemi tanımlama ve seçme
- Problemi analiz etme
- Olası çözüm önerisi geliştirme
- Çözümü seçme ve planlama karar verme amaç için uygun olan çözüme
- Çözümü uygulama
- Çözümü değerlendirme şeklindedir.

Literatürdeki tanımlarla benzer şekilde, bu süreçte analitik sezgisel süreçlerden yararlanıldığı ifade edilmektedir. Tasarlama sürecinde yoğun bir şekilde alternatifler arasından seçimler yapılarak karar verilmektedir. Tasarım sürecinin sonunda elde edilecek olan ürüne geri dönüş zor olduğundan karar verme süreci oldukça önemlidir (Hazelrigg, 1999). Tasarımlar uygulanırken problem çözme sürecinde ihtiyaç analizi yapıldıktan sonra, tasarımlar kısıtlanır ve tasarımcılar belirli kararlar alarak problemi daraltır. Karar verme sürecine göre tekrar bir tasarım modeli oluşturularak prototip çizilir (Jonassen, 2011). Tasarım sürecinde karşılaşılan güçlüklerle odaklanarak onları gidermek için alınan kararlara dönüt verilmesi, öğrencilerin fikirlerini hayata geçirerek test etmesi oldukça önemli görülmektedir. Öğrenciler tasarım döngüsünü uygularken bireysel fikirlerini gerekçelendirip sunarak fikirleri bilimsel temelli araştırmalara dayandırarak kabul ettirmeye çalışmaktadır. Dolayısıyla öğrenciler tasarım sürecinde işbirliği içinde olma, iletişim kurma ve karar verme gibi becerilerini geliştirebilirler (Kolodner vd., 2003).

Karar verme sürecine başkalarının da katılması bu sürecin etkililiğini artıracaktır. Grupça hareket etmek oldukça önemlidir. Örneğin; aşağıdaki alıntı başkalarının da fikirlerinin önemli olduğunu destekler niteliktedir.

“Fort Dunlop fabrikası Sumitomo tarafından satın alındığında Japon yöneticiler çalışanlardan gereksiz harcamaları önleyici öneriler sunmalarını istediler. Yeni işe başlayan bir işçi, elektrik faturalarında 100 bin poundluk bir kazanç sağlayan bir öneri sundu. Bu öneri fabrikadaki her iki florasan lambasından birinin gereksiz kullanıldığına ilişkindi. Bu işçi bu konuyu uzun zamandan bu yana düşünüyordu. Öneri yönetim tarafından uygulamaya kondu.” (Adair, 2000, s.3).

Tasarım bireylerin bu süreçte sorgulayarak karmaşık olan durumlarla ilgili kararlar vermelerini, sosyal bağlamda ise, diğer bireylerle işbirliği halinde çalışmalarını gerektirir. İyi tasarımcılar, belirsizlikleri sorgulayarak ortadan kaldıran, büyük resmi görebilen, karar verebilen, kendini takıma ait gören ve iletişim kurabilen kişilerdir (Dym, Agogino, Eris, Frey & Leifer, 2005). İnsan beyni karmaşık girdileri düzenlemek için, bu girdilerin çoğunu görsel ve işitsel olarak algıladıktan sonra yorumlayarak motor hareketleri oluşturarak karar verme gibi işlevlerle de düzenlenmektedir. Beyinde bilgilerin bütünlük oluşturabilmesi için beynin farklı bölgeleri arasında zengin etkileşimler oluşurulmaktadır (NRC, 2012). Adair (2000) etkili düşünme sürecinde karar verme, yaratıcı düşünme ve problem çözme süreçlerinin yer aldığı vurgulayarak, etkili düşünmenin gerçekleşmesinde, aklın analiz, sentez/hayal etme ya da değerlendirme gibi üst düzey işlevlerinin de çalıştığını belirtmektedir. Ayrıca problem çözme, üst düzey düşünme ve karar verme arasındaki ilişkiyi aşağıdaki gibi tanımlayıp problem çözme ve karar verme arasında ilişki kurmaktadır.

1. Amacın, problemin belirlenmesi-analiz
2. Uygulanabilir seçeneklerin belirlenmesi-sentez
3. En uygun çözümün belirlenmesi-değerlendirme

Bireylerin problem çözme becerilerinin gelişmesi karar verme becerilerini de olumlu yönde etkileyecektir, onların üretkenliğini artırarak iş kalitesini artıracaktır (Kallet & Kallet, 2014). Tasarım sürecinde, problem çözme alınacak bir dizi karara bağlıdır. Öncelikle ihtiyaç analizi yapılır ve tasarım kısıtlanır ve tasarımcılar sonra kararlar alarak problem alanını daraltır. Önce tekrarlı bir tasarım süreci oluşturulur sonra karar verme sürecine göre bir model oluşturulur daha da sonra prototip oluşturulur. Bu sebeple lise ve üniversite öğrencileri arasında mühendislik tasarım problemleri çözülürken öncelikle hedefler belirlenerek bunlara göre sınırlılıklar getirilerek seçimler yapılmalıdır (Jonassen, 2011). Dolayısıyla problem çözme ve karar verme iç içe geçmiş birbiriyle etkileşimli iki önemli kavram olarak görülmektedir. Örneğin; araba tasarlama sürecinde en hızlı, en ucuz, en güvenli ve ya en basit olacak şekilde yapılacak olan bir arabanın tasarımında belli kriterlere dikkat edilerek seçimler yapılması gerekebilmektedir (Skorepa, 2010).

Burada çok kriterli karar verme kavramı ortaya çıkmaktadır. Bireyler günlük hayatlarında bir şeyler satın alırken ya da iş yerlerinde herhangi bir durumda farklı seçenekler arasından karar vermek zorunda kalabilirler. Çok kriterli karar verme kavramında çelişkili kriterler arasından karar verilerek ideal çözüme ulaşılmaya çalışılmaktadır. Örneğin iş dünyasında bütün kriterlerden en çok kâr edilecek ve az maliyetli olan çözümlerin seçilmesine dikkat edilebilir. Bu süreçte baskın bir çözüm elde edilemiyor ise tatmin edici çözümlere ulaşılmaya çalışılır, karar verenlerin beklentilerinin en iyi şekilde karşılanması sağlanabilir (Xu & Yang, 2001). Artan bilgi birikimleri ihtiyaç duyulan bilgiye ulaşmayı zorlaştırmaktadır. Karar verme becerisi gelişmiş olan kişiler farklı alternatifler arasından en uygun olanını belirlerken alternatifleri ikiye indirerek test eden kişilerdir. Bu karar verme süreci “İstakoz Tuzağı Modeline” benzetilebilir. Bu modelde öncelikle yaratıcı olasılıklar açığa çıkarılır bunların içinden sonuç veren seçenekler seçilerek bu seçenekler azaltılır üç seçeneğe düşürülür. Daha sonra iki seçeneğin olduğu alternatifler arasından en güçlü olanın seçilmesi sağlanır (Adair, 2000, s.21-23). Farklı düşünceler içinden belirlenecek olan kararların gereksinim duyulan ihtiyacı temsil

edecek, farklı insanlar, farklı durumlar arasında bağlantı kurulabilecek düzeyde olmaları gerekmektedir (Skorepa, 2010). Ayrıca, modern karar araştırmalarında, verilecek olan karar için karar problemini temsil eden alternatif kararların yer aldığı karar matrisleri kullanılmaktadır. Bu karar matrislerinde yer alan özellikler amaç için yol gösterecektir. Genellikle farklı noktaların yer aldığı sürece, farklı alternatiflere ihtiyaç duyulmaktadır (Schulte-Mecklenbeck vd., 2011).

Günlük hayatta karar verme sürecinde fen ve mühendislikten yararlanılmaktadır. Örneğin; öğrencilerin iklim değişikliği konusu incelenirken iklim değişikliğini oluşturan insan faaliyetlerini azaltmak ve değişikliğin nedenlerini anlamak ve nasıl önleneceği konusunda verecekleri kararlar önemlidir. Mühendislik yeteneklerinden yararlanılarak uygun kararların verilmesi oldukça önemlidir. Ayrıca öğrenciler araştırmanın ihtiyaçlarına göre, rastgele ya da sistematik hataları azaltmak için farklı seçenekler arasından hassas olan tekniğe karar vererek seçimlerini yapmalıdır. Öğrenciler tasarım yaparken, neyin ölçüleceği, neye ihtiyaç duyulduğu, hangi veri toplama araçları ile verilerin toplanacağı gibi konularda karar vermenin önemini anlamalıdır (NRC, 2012). Bunun için eğitimcilere büyük sorumluluklar düşmektedir. Günlük hayatla iç içe olan fen dersinde bilimsel araştırma-sorgulama temeliyle tasarım temelli öğrenme süreçlerinin birleştirilerek yürütülen tasarım temelli, öğrenmelerde problem çözme süreci karar verme süreci ile etkileşimli şekilde yürütülürse öğrencilerin bu becerilerinin gelişimine katkı sağlayacaktır.

2.8. MTTFÖ ve Bilimsel Yaratıcılık

2.8.1. Yaratıcılık

“1830’ların ortalarında Michael Faraday, Londra’daki Kraliyet Enstitüsü’nde ilk elektrikli gösterimini yaptı. Gazla aydınlatılmış konferans salonunda, bilim adamlarından oluşan seçkin bir seyirci kitlesi

önünde, iki bakır kütle arasında sıçrayan, parlak mavi kıvılcımlar oluşturdu. Seyirciler etkilenmişlerdi, ama çoğu bundan nasıl bir anlam çıkaracağını bilmiyordu. İçlerinden biri “Bu çok ilginç bay Faraday,” dedi, “Ama ne işe yarıyor?” Faraday da, “Bilmiyorum,” diye onu yanıtladı...” (Robinson, 2003).

Robinson (2003) belirttiği gibi, yaratıcı zihinler ortaya çıktılarında o dönemin üstünde fikirler ortaya koydukları için topluluğun aklını karıştırmaktadırlar. İmgelerin özgün ve değerli biçimde yansıtılmasıyla yaratıcılık ortaya çıkmaktadır. Koray (2004) yaratıcılık kavramını bilinenlerden yola çıkarak çeşitli denemelerle alışılmışın dışında farklı olanı bulma çabası olarak tanımlamaktadır. Yaratıcılık sonucunda ortaya çıkan ürün herkesin her zaman yapabileceğinden farklı ve orijinaldir. Dağlıoğlu (2010)’na göre yaratıcılık; zekâ, hayal gücü, fantezi ve gerçeklik ile ilişki olan ve her bireyde bulunan bir yetenektir.

Bireyler yeni bir şey üretecekleri zaman yaratıcı düşünme gücünü kullanarak dış dünyadan farklı şeyleri hayal ederek, bunları içselleştirerek, olasılıklar bulur ve gerçekle ilişkilendirerek yenilikler meydana getirebilir. Yaratıcılıkta zekâ da oldukça önemli bir unsurdur. Uzun araştırmalar sonucunda yaratıcılık ile zekâ arasındaki ilişkiler incelenmiştir ve normal zekâyâ sahip bireylerin yaratıcı olabileceği görüşü benimsenmiştir. Bu ifadelerle dayalı olarak, normal zekâyâ sahip her bireyin yaratıcı düşünerek çevresini etkilediği söylenebilir. Yeni şeyleri ortaya koyma süreci yaratıcı düşünme ile gerçekleşmektedir. Yaratıcı düşünme, var olan zorlukları, problemleri eksiklikleri, çarpık olan süreçleri ele alarak, bunları düzeltmek ya da çözüm bulmak için tahminlerde bulunup, varsayımlar oluşturarak hipotezler kurmayı ve bu hipotezlerin test edilerek denemesini sağlayan bir süreçtir. Hatta test edilen bu sürecin gerekirse tekrardan gözden geçirilerek revize edilmesi gerektiği vurgulanmaktadır. İnsanlar gündelik hayatında bir şeylerin eksik olduğunu hissettiklerinde bunu gidermeye çalışmaktadır. Yaratıcı düşünme sürecinde, eksikliklerin giderilmesinde ya da çözüm sürecinde oluşan gerginlik yeni bir şeyler üretilene kadar devam etmektedir (Torrance, 1993).

Yaratıcılık bireyleri ve toplumu ilgilendiren bir konudur. Yaratıcılık bireysel olarak günlük hayatta karşılaşılan problemleri çözmeyi, toplumsal olarak ise, bilimsel ya da sanatsal olarak yeni şeyler üretmeyi, yeni sosyal girişimlerde bulunmayı sağlar. Dolayısıyla yaratıcı düşünme; bireylerin, kurumların toplumun rekabet gücünü ayakta tutacak yeniliklerin ortaya çıkmasına yardımcı olur (Sternberg & Lubart, 1996). Yaratıcı düşünme, problemleri bilgiye dayanarak fark etme, bunlarla ilgili hipotezler geliştirme bu fikirler arasında ilişki kurmak yeni fikirler geliştirmek ve bir öngörü ya da tasarım sağlayabilmektir (Aktamış & Ergin, 2006). Yaratıcı düşünmede de problem çözme basamakları gibi farklı faktörlerin birleştirilmesi önemli görülmektedir. Doğan (2016) yaratıcı düşünmeyi yaratıcılığın içinde yer alan bir kavram olarak ele almıştır. Yaratıcı düşünme bilişsel süreçlerle açıklanırken yaratıcılık bilişsel süreçlerin performansa dönük eylemlerle meydana geldiğini belirtmektedir. Dolayısıyla yaratıcılık insan yaşamının her aşamasında olan, günlük hayatın herhangi bir alanında kullanılabilecek ya da bilimsel bir buluş elde edilebilecek her süreçte kullanılan bir yeti şeklinde açıklanabilir (Özden, 2014).

Graham Wallas (1926)'a göre; yaratıcılık bazı yaratıcı düşünme süreçlerini içermektedir. Bunlar:

1. Hazırlık Aşaması: Bu aşamada, sorun tanımlanıp, çözüm için gerekenler incelenir ve sorun hakkında ayrıntılı bilgi toplanır.
2. Kuluçka Aşaması: Birey soruna odaklanmadan günlük yaşantısına devam eder, eğer aklına bir şey gelirse not eder.
3. Aydınlanma Dönemi: Kuluçka aşamasından sonra aniden akla gelen çözümün olduğu aşamadır.
4. Doğrulama Dönemi: Bu aşamada ise, çözüm önerisinin uygulanabilirliğinin sınanması aşamasıdır (Wallas'dan aktaran Özden, 2014, s.181-182).

Bu modelde uygulama aşaması yer almamaktadır, ama doğrulama aşamasında bunun da yapıldığı yorumu yapılabilir. Özden (2014) yaratıcı düşünme süreçleri ile ilgili Parnes (1981) ve Hermann (1990)'ın geliştirdiği ayrı iki modelden bahsetmektedir.

Parnes (1981)'ın yaratıcı sorun çözme modeli de kullanışlı bulunmaktadır. Bu model:

1. Gerçeği Bulma: Problemin çözümü için bilinmesi gerekenlerin (kim, ne, nasıl, nerede vb.) soruların sorulduğu basamaktır.
2. Problemi Bulma: Esas problem ve alt problemlerin çözümü için alternatiflerin tanımlandığı basamaktır.
3. Fikir Bulma: Belirlenen ve kabul edilen tanımlar için farklı fikirlerin üretilerek beyin fırtınası yapılan kısımdır. Çok farklı fikirlerin üretilmesi önemsenmektedir.
4. Çözüm Bulma: Farklı ve çok sayıda ortaya çıkan fikirler belirlemek için değerlendirme kriterlerinin belirlenmesi basamağıdır. Bu kriterlere göre en olası alternatifler arasından fikir belirlenmektedir.
5. Kabul Bulma: Son basamakta sorunun çözümü için belirlenen fikrin hazırlandığı kısımdır.

Bu yaratıcı sorun çözme modelinde günlük hayatta kullanılabilecek yaratıcı sorun çözme sürecinin gelişmesi hedeflenmektedir (Parnes'den aktaran Özden, 2014 s.182-183).

Hermann (1990)'ın ortaya koyduğu yaratıcı sorun çözme modelinde ise, beynin her iki tarafının da kullanılması gerektiği belirtilerek altı farklı zihinsel süreçten oluşan başka bir model geliştirilmiştir. Bu modele göre altı zihinsel süreç altı meslek grubuyla temsil edilmektedir. Bunlar:

1. Kaşif, problemi ortaya çıkarır,
2. Dedektif, problemi geniş çaplı ele alır,
3. Mühendis, farklı fikirler ve çözümler üretir,

4. Sanatçı, fikirlere alternatifler üretir,
5. Yargıç; fikirler içinde en doğru olanı seçer,
6. Prodüktör, çözümün uygulanmasını gerçekleştirir.

Yaratıcı bireyler karmaşık fikirleri bir arada tutabilme, onlardan yeni fikirler üretme, onları değiştirme kabiliyetine sahiptirler. Bu kişiler, dengeyi sağlayabilmek için var olan uyumsuzlukları birbiriyle ilişkilendirmeye çalışarak, çelişkili durumları akla yatkın olacak şekilde düzenlemeye çalışırlar. Hatta, yüksek düzeyde yaratıcı ve dahi olarak kabul edilen birçok insan çılgın, manik depresif dönemler geçirmişlerdir. Böyle bireylerin bu davranışlarını dengelemek için de danışmanlık yapılması gerekmektedir (Wallace, 1986). Yaratıcılık bilişsel ve algısal gelişimle ilişkili olduğundan, bireyin sahip olduğu bu yeteneğin ortaya çıkması ve geliştirilmesi sürecinde küçüklükten itibaren doğru davranılması önemlidir. Onlara uzmanlar tarafından bazı olanaklar sağlanıp, bireysel ya da grupta çalışmalarına imkân tanınmalı, düşünme, odaklanma, dinleme gibi becerilere zaman ayırmaları sağlanarak, sorunları ciddiye alınarak rehberlik edilmelidir (Dağlıoğlu, 2010). Çünkü ileriye dönük olarak zihnin ve bilişsel yeteneklerin kullanılması gerekmektedir. Yaratıcılık ve ileriye dönüklük birbiriyle uyumlu iki ruh gibi düşünülebilir. Zihnimizde var olan şemalardan farklı şemalar yeni modeller oluşturmak yeni ve farklı düşünceleri açığa çıkarmak için yeni çerçeveler oluşturmaktır (De Brabandere & Iny, 2010).

Herrmann (2003), yaratıcılığı hayatın önemli bir parçası olarak gördüğünden çocuk yetiştirmekten yemek yapmaya, sanatsal işlerden bahçe işlerine kadar birçok alanda kullanıldığını belirtmektedir. Bunun için yaratıcılığı serbest bırakmak daha etkili olacaktır. Geçmiş yaşantımızdaki birikimlerimiz ile sentezlenen özgün içerikler elde ederek var olan gerçekliğe yenilik kazandırılabilir. Yaratıcılığın bu gerçekliği kazanabilmesi için yaşamın içine girmesi ve bilimsel süreçler içinde ele alınması gerekmektedir. Bayındır (2013) yaratıcılık bilimsel bulgulardan faydalananarak sonuçları özgünleştirir, onlara farklı düşünme yolları sunar. Bilimsel yaratıcılık basamakları

bilimsel yöntem basamakları gibi; hipotezler oluşturulması, onların sınanması, onlara çözüm bulunması ve bu çözümlere ilişkin denemelerle sonuçlara ulaşılmasını içerir. Bilimsel yaratıcılık etkinliklerle, deneyimlerle, sanatla hislerin kullanılarak problemlere çözüm bulmayı amaçlamaktadır.

Torrance, Guilford ve Michael gibi yaratıcılıkla ilgili önemli çalışmaları bulunan kişiler geliştirdikleri yaratıcılık testlerinde akıcılık, esneklik ve özgünlük gibi üç temel özelliğin yer aldığı matrisler kullanmışlardır (Glover, Ronning & Reynolds, 2013). Bu süreçte fikirlerin akıcı ve özgün olması çok daha etkili olabilmektedir. Ayrıca, direk yaratıcılığa bağlı olmayan faktörler bile düşünme süreçleri üzerinde etkili olabilmektedir (Guilford, 1956). Eğitim psikoloğu Torrance, yaratıcılık problemlere çözüm bulmak için öğrencilerin yeni çözümler ürettiği ve bu çözümlerin özgün üretilmeye dönüştürülmesi gerektiğini belirtmektedir (Parsıl, 2012, s.12).

2.8.2. Bilimsel Yaratıcılık

Gelecek nesilleri inşa edecek olan çocukların yaratıcı düşünebilme becerilerinin gelişmesi için fen bilimleri ders içeriğinin araştırma-sorgulama ve tasarım temelli olarak yürütülmesi oldukça önemlidir. Fen eğitiminde bilimsel süreçlerden ve bilimsel araştırma basamaklarından yararlanılmaktadır. Bilimsel açıklamalar yapılırken, “problemi bulma, keşfetme, bağımsız düşünme, yaratıcı icat keşfetme gibi becerilerden yararlanılmaktadır (Abd-El-Khalick, Boujoude, Dushl, Lederman, Mamlok-Nsaaman, Hofstein & Tuan 2004). Bilim insanları problemlere yenilikçi çözümler üretirken yaratıcılıklarını kullanmaya ihtiyaç duymaktadır. Bunun için bilim insanı olması şart olmasa da her bireyin, mesleki potansiyellerini en üst seviyeye çıkararak bilimsel çabalarında yaratıcılığı kullanmayı öğrenmeleri gerekmektedir. Üst düzey bilimsel süreç becerileri ile yaratıcı süreçler arasında bağlantı bulunmaktadır. Bilimsel bir araştırmada doğrudan sonuca ulaşmak değil, bilimsel bir yol izleyerek öncelikle hipotez kurmak gerekmektedir. Bunun için de bilimsel açıdan esnek düşünen kişilerin olaylara farklı bakış açısıyla

bakabilmeleri ve üst düzey düşünme becerilerini kullanmaları oldukça önemli görülmektedir (Medaor, 2003).

Psikoloji, tarih gibi birçok alanda yapılan araştırmalarda bilim insanları keşifleri sırasında problem çözme süreçlerinden yararlanarak tarihi incelemelerini zenginleştirmektedir. Örneğin Newton'un güneş sistemini merkezi bir güç olarak tanımlaması bilim tarihi ile ilgili olup, tarihsel bir yaratıcılığı göstermektedir (Liang, 2002). Aynı zamanda tarihteki bir diğer icat olan ilk mikroskobun keşfine bakıldığında, Leeuwenhoek ilk mikroskobu geliştirirken çok küçük görüntüleri elde etmek için hayal gücünü kullanarak, özgün bir ürün olmasını dikkate almıştır. Leeuwenhoek lenslerin küçük objeleri büyütebilmesine yardımcı olacak basit, daha önce yapılmamış, farklı ve zamanına göre estetik bir alet tasarlamıştır (Piltz & Sund, 1968, s.10-11). Yani her çağda, her icatta, herhangi bir problemin çözümünde temel bilgiler kullanılarak bilimsel süreçlerden yararlanılmaktadır. Bilim insanları bilimsel yaratıcılıklarını kullanarak orijinallik ve estetikliğe dikkat etmektedir. Dikkat edilmesi gereken şey, esnekliğin yaratıcı olan ve olmayan bilim insanlarını önemli bir özellik olduğudur (Meador, 2003). Bilim insanları, toplumdaki yaratıcı olan ve fark yaratan profesyonel kişilerdendir. Geçmişte batıl inançların etkisiyle ilerlemeyen bilim günümüzde bilim insanları sayesinde gelişmeye devam etmektedir. Bilim eğitimiyle bilim okuryazarı kişiler bilgiyi kullanarak bilim alanlarında çalışmaktadır. Yaratıcı bilim, yeni bilgiden fazla olarak öğrencilerin problemleri tanımlayarak çözüm için öğrendikleri becerilerdir. Önemli olan temel ilkelerin anlaşılmasıdır. Bilimin temel ilkeleri olan, gözlem, sorgulama, keşfetme, deney, ilişki kurma, test edip tekrardan denemeyi sürdürmeyi içermelidir (Piltz & Sund, 1968, s.24).

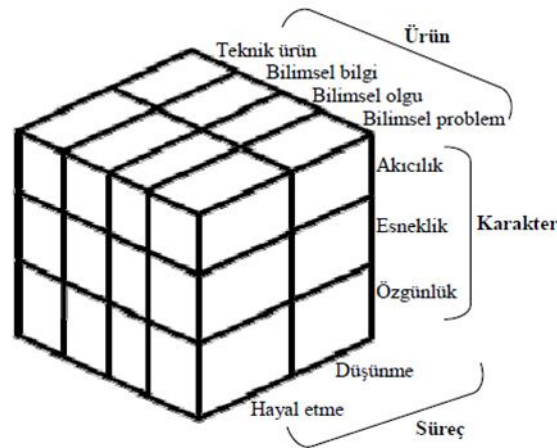
Bilimsel yaratıcılığın özel ihtiyaçları bulunmaktadır. Mevcut bilgi birikiminde nitelikli hale gelerek yeni bilgiler ve tekniklerle farklı anlayışlar geliştirmek önemlidir. Bunun için öğrencilerin bilimsel problemleri çözmelerinde yeni anlayışlar keşfetmeleri, hayallerini zenginleştirmeleri ve bunu yeni teknik ve bilgilerle desteklemeleri gerekmektedir. Bilimsel yaratıcılığın daha ayrıntılı tanımlarına bakıldığında; bilimsel

yaratıcılık, problemleri doğru tanımlayıp, problem alanlarında araştırma yaparken sistematik olarak bilgiye ulaşmayı sağlamaktadır. Araştırmaların metodolojik olarak daraltılmış bir alanda daha ayrıntılı yapılmasına imkân tanımaktadır (Kocabaş, 1993). Hu ve Adey (2002)'e göre bilimsel yaratıcılık, diğer yaratıcılıklardan farklı olarak fen aktiviteleri, fen dersindeki deneyler, bilimsel içerikli problemler ve çözümleri ile ilgilenir. Bilimsel yaratıcılık fen bilgisi ve becerileriyle alakalıdır. Bilimsel yaratıcılık bir yetenek türüdür, tek başına zihinsel olmayan faktörleri örneğin sosyal faktörleri içermez, ama bu sosyal faktörler onu etkileyebilir. Bilimsel yaratıcılıkta, zihinsel yeteneğin iki önemli bileşeni olan yaratıcılık ve analitik düşünme becerileri olmalıdır. Bilimsel yaratıcılık karmaşık olan bilimsel ya da teknik problemlere yenilikçi fikirlerle çözüm üretirken bireysel ya da sosyal kapasiteden yararlanmaktır (Heller, 2007). Bilimsel bir uygulama için epistemolojik temelin esas alındığı pratiklikler gereklidir. İşte bilimsel yaratıcılık genişleyen hayal gücünün epistemik temellerle ilerlemesidir, bilim insanının bu ilerlemeye katkı sağlayabilmesi için onun her anlamda kararlı olup çalışmalarına bağlı epistemik gelişmelerine karşı duyarlı olması gerekmektedir (Ghassip, 2010). Bilimde yaratıcılık özgün, hayata uyarlanabilir, kullanışlı bilimsel teoriler üreterek, bunları araştırma yöntemlerini kullanarak bulgularla sonuçlandırmaktır (Grosul, 2010). Bilimsel yaratıcılık genel olarak bilimsel yetenekle ilişkilidir ve bilimsel süreçten yararlanırken genellikle bilimsel deneyimlere başvurulur. Bilgiyi elde edebilmek için problemin tanımlanması, hipotez kurulması, soruların sorulması, bir sürecin işlenmesi, verilerin ortaya çıkması ve tartışma önemlidir (Ambruso, 2003). Problemin çözülmesi, hipotez oluşturma, deneysel olarak tasarım yapma, teknik açıdan yenilik bilimsel özgü bir yaratıcılıkla olacaktır (Lin vd., 2003). Bilimsel süreç basamakları ile bilimsel yaratıcılıkta başvuru alan süreçler birbirine çok benzemektedir. Aktamış ve Ergin (2007) yaratıcı düşünme modellerinin bir problemle başladığını ve buna çözüm arandığını belirtmişlerdir. Fen derslerinde günlük hayattaki bir probleme çözüm aramak için

teknolojik ürünlerin tasarlandığından bahsetmişlerdir. Bilimsel süreç basamakları ile bilimsel yaratıcılık arasında benzerlikler bulunduğunu ifade etmişlerdir.

Bir kişinin olağanüstü şekilde bilimsel yaratıcı özellikler taşıdığını anlamak için onun dürüst, içsel motivasyonun yüksek, özerk ve inisiyatif alabilen birisi olması beklenir, ama bu özellikler herkeste olabileceği için bu özelliklerin yanında süreç boyunca etkileşim oldukça önemlidir (Zhang, Liu & Lin, 2002). Bu yüzden eğitim ortamlarında bu etkileşimin gerçekleşmesi ve birlikte evrilmek oldukça önemlidir. Hu ve Adey (2002) bilimsel yaratıcılığın daha özel ihtiyaçlara gereksinim duyduğundan özellikle bilim yaparken yani var olan bilgilerin üzerine yeni bilgilerle yeni anlayışlar oluştururken yaratıcılıktan yararlanıldığını söylemektedir. Bilimsel bir problemin çözümüne uygun çözümler üretilmesinde, yeni birleşimler gerektiğini vurgulamaktadır. Bilim insanlarının bilimsel yaratıcılığı iyi bilmeleri için eğitim sisteminde buna ihtiyaçları olduğunu ifade ederek bilimsel yaratıcılık modelini geliştirmişlerdir.

Hu ve Adey (2002) bilimsel yaratıcılık modeli Şekil 8’de gösterildiği gibi üç boyuttan oluşmaktadır:



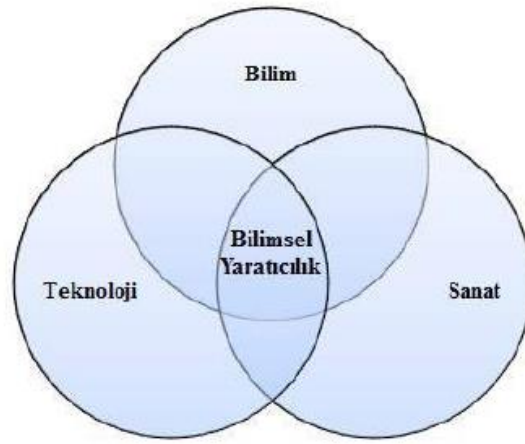
Şekil 8. Bilimsel yaratıcılık modeli (Hu & Adey, 2002)

Kadayıfçı (2008) bu modelin boyutlarını şöyle yorumlamaktadır: *Birinci boyutunu yaratıcı süreç olarak açıklamıştır.* Bu süreçte bir soruna çeşitli çözümler üretmeyi sağlayan ıraksak düşünme ve düşünceler arasında ilişki kurmayı sağlayan analogik düşünmenin etkin şekilde kullanıldığından bahsedilmektedir. Guilford (1956) üretim faaliyetleri için yakınsak ve ıraksak düşünmeden bahsetmektedirler. Yakınsak düşünmede, tek bir cevap ya da sonuç varken ıraksak düşünmede, farklı düşünme yolları ve alternatif düşünceler mevcuttur. Bu modelin bu aşamasında akla yatkın tek bir sonuç ya da cevap söz konusu iken ıraksak düşünme için çok farklı, alternatif yollar ve yöntemler üzerinde düşünme vardır. Yine bu süreçte hayal etmenin oldukça önemli olduğu vurgulanmıştır. Tuğrul (2006), 21. yüzyıldaki öğrencilerin yakınsak beklenen olası düşünceleri pekiştirmesinden ıraksak düşünmeyi teşvik edici yaratıcı, problem çözen, belki algısı yüksek, olumlu bakabilen, özgüvenli bireylerin yetişmesinin önemli olduğunu savunmaktadır.

İkinci boyut olan yaratıcı düşüncenin karakteri (özellik), bireylerin problemlerin çözümüne karar verirken yaratıcı düşünce üretip üretmedikleri, düşüncelerinin karakterine bakılınca anlaşılabilir. Eğer üretilen düşünceler akıcılık, esneklik ve özgünlük özelliklerine sahip ise yaratıcı düşünce ürünü olabilir. Akıcılık, probleme olabildiğince farklı çözümler üretmek; esneklik, sorunun farklı yönlerine değinebilme ve özgünlük ise üretilen fikrin kişiye özel olma durumudur (Hu & Adey, 2002). Yaratıcı düşüncenin özellik boyutundaki akıcılık doğruluğu bilimsel olarak kabul edilen fikirler; esneklik, başka alanlardaki akıcı fikirler; orijinallik de, olgunun içinde belirli bir yüzdeliğe sahip olan fikirler olarak açıklanabilir (Demir, 2014).

Son boyut olan yaratıcı ürün boyutu ise, probleme yönelik üretilen çözüm süreçlerinin sonucundaki tasarımların, elde edilen ürünün bilimsel olgularla bağlantılı olmasıdır. Kadayıfçı (2008) bilimsel yaratıcılığın bilimsel bilgiyle, bilimsel olgularla ve problem çözümlerine bilimsel yaklaşmakla mümkün olduğunu belirtmektedir (Hu & Adey, 2002). Zaten bilimsel yaratıcılık bilimsel bilgiyi kullanma bilimsel tutum ve becerilerinden

yararlanma açısından genel yaratıcılıktan ayrılmaktadır (Jo, 2009 s.25). Demir (2014) bilimsel yaratıcılık becerisini, bireyin tüm yaşam alanını, onun okul ve öğrenme ortamını, laboratuvar yaklaşımını, kişiliğini içine alan ve fen alanı ile özdeşleşen bir yaratıcılık şeklinde açıklayarak, bilimsel yaratıcılığın diğer disiplinlerle ilişkisini Şekil 9'daki gibi göstermiştir.



Şekil 9. Bilimsel yaratıcılık ve diğer disiplinlerle ilişkisi

Bu modelden yola çıkarak bilimsel yaratıcılık düşünme becerisi; bilim, teknoloji, sanat gibi disiplinler arası konularda yenilikçi düşünerek problemlere uygun çözüm üretmek için orijinal ve farklı alanlarda fikirler üretilmesini sağlayan beceri olarak tanımlanabilir (Demir, 2014).

Ülkemizde fen bilimleri dersi öğretim programı incelendiğinde özellikle 2005 yılından beri güncellenen her yeni programda yaratıcı düşünme oldukça vurgulanmaktadır. Özellikle araştıran sorgulayan ve bilimsel gelişime katkı sağlayan bireylerin yetiştirilmesinde fen dersi ön plana çıkmaktadır (MEB, 2013). 2018 yılında güncellenen fen bilimleri dersi programına bakıldığında yaşam becerilerinden bahsedilirken analitik düşünme, karar verme, yaratıcı düşünme girişimcilik, iletişim, takım çalışması gibi 21. yüzyıl becerilerinin yer aldığı görülmektedir. Ayrıca programdaki mühendislik ve tasarım becerileri altında yer alan yenilikçi (inovatif) düşünme sayesinde öğrencilerden yenilikçi fikirler üretmeleri beklenmektedir. Sonuç olarak 2018 fen bilimleri programı öğrencilere

öğretmenler tarafından bu becerinin geliştirilmesini sağlayacak fırsat ve imkânlar sağlanması gerektiğini vurgulamaktadır (MEB, 2018). Yager (2000), 25 yıl içinde öğrencilerin yaratıcılıklarını geliştirmeye yönelik çalışmalar çok fazla sayıda yapılsa da bunların hepsinin fen programlarına dâhil edilmediğini açıklamaktadır. Yager (2000) özellikle fen programlarında zihinsel imgelerin görsel açıdan sunulması, yeni fikirlerin ortaya koyulması, alternatif ve farklı çözüm yollarının üretilmesi, problemlerin ve bulmacaların çözülmesi, makinaların farklı şekillerde tasarlanması gibi özelliklere yer verilmesi gerektiğini vurgulamıştır.

Fen bilgisi öğretmenlerinin yetersiz hazırlıkları çocuklarda yaratıcılığın gelişmemesinde etkili olabilir. Öğrencilerin yaratıcılıklarının gelişmesi için sınıfın yapılandırılması, fen kitaplarının kullanımı, müfredatın geliştirilmesi ve yenilikler önemlidir. ABD’de 1960’lı yıllarda bile, bazı eyaletlerde öğrencilerin bilimsel bilgilerini artırmaları için bilimsel ve teknolojik içerikler sağlanmıştır. Ücretsiz yayınlar, kitler, filmler veya bilimsel içerikli özel turlar düzenlenerek bunlara sponsorlar bulunmuş ve yerel kütüphaneler yaz tatili boyunca bilimsel çalışmalar yapılmaya uygun şekilde açık bırakılmıştır. Bunun yanında bilim müzesi gezileri ya da doğa gezileri de yapılmıştır. ABD’de 1956 yılında The Physical Science Study Comitte bünyesinde National Curriculum Project kapsamında hazırlanan kitaplar, filmler ulusal destek programlarına yol göstermiştir. İlkokullarda yaratıcılık önemsenerek bununla ilgili çalışmalar müfredatlara koyulmuştur (Piltz & Sund, 1968, s.119). Ülkemizde de MEB tarafından güncellenen 2018 fen bilimleri programı sayesinde bizim eğitim sistemimizde de benzeri çalışmalar yapılmış ve problem çözme süreçlerinde, tasarım süreçlerinde öğrencilerin yaratıcılıklarını kullanmaları gerektiği vurgulanmıştır.

2.9. İlgili Araştırmalar

Bu bölümde mühendislik tasarım temelli öğretim süreçlerinde ilkokul/ortaokul öğrencileri, öğretmen adayları ve öğretmenlerle yapılmış olan STEM entegrasyonu ve

STEM eğitim anlayışı ile ilgili ulusal ve uluslararası literatürde yapılmış olan çalışmalar kronolojik sıralama ile sunularak kısaca özetlenmiştir.

2.9.1. Mühendislik Tasarım Süreci ve STEM Eğitim Yaklaşımı İle İlgili İlkokul ve Ortaokul Öğrencilerine Yönelik Yapılan Çalışmalar

Wendell ve Rogers (2013) yaptıkları araştırmada, mühendislik tasarımına dayalı olarak yürütülen fen müfredatının ilköğretim öğrencilerinin fen tutumlarına, fen bilgisi içerik bilgilerine ve STEM disiplin alanlarına yönelik etkisini incelenmişlerdir. 12 sınıf öğretmeni ile yürütülen çalışmada, ilk yılda öğretmenlere mevcut fen bilgisi ders programı ile eğitim verildikten sonra, ikinci yıl aynı içerik mühendislik tasarımına dayalı müfredatla LEGO™ tasarım zorluklarını içerecek şekilde verilmiştir. İki yılda bu öğretmenlerin öğrencilerine fen içeriği ve fene karşı tutumları ile ilgili ön test ve son testler uygulanmıştır. Araştırma sonucunda fen içeriği konusunda mühendislik tasarım temelli eğitim alan öğrencilerin ortalama puanları son test lehine anlamlı bulunmuştur. Öğrencilerin iki farklı eğitim süreci sonundaki son test ortalama fen tutum puanları arasında çok az fark olduğu ortaya çıkmıştır (Wendell & Rogers, 2013).

Ercan (2014) yaptığı araştırmada, tasarım temelli fen eğitimiyle ilgili uygulamaların ilköğretim yedinci sınıftaki öğrencilerinin “Kuvvet ve Hareket” ünitesiyle ilgili, karar verme becerileri, akademik başarıları ve mühendislik disiplini ile ilgili görüş ve yeterliklerine olan etkisini incelemiştir. Araştırmanın pilot uygulaması 2012-2013 eğitim-öğretim yılında yapılırken asıl uygulama, 2013-2014 eğitim-öğretim yılında 30 kişiden oluşan yedinci sınıf öğrencisiyle yapılmıştır. Karma yöntem araştırmalarından iç içe gömülü desenin tek aşamalı deneysel gömülü desenine uygun olarak yürütülen çalışmada uygulamalar yedi hafta boyunca üç tasarım temelli fen eğitimi modülüne uygun olarak devam etmiştir. Araştırmanın nicel ve nitel olmak üzere iki boyutu mevcuttur. Nicel boyutundaki bulgulara bakıldığında; tasarım temelli fen eğitimi öğrencilerin kuvvet ve hareket ünitesi akademik başarısına, karar verme becerisine ve mühendisliğe yönelik

bilgi düzeylerine olumlu yönde etki etmiştir. Nitel boyutunda ise, öğrencilerin mühendislerde olması gereken özellikler ile ilgili yeterliklerle ilgili daha fazla bilgiye sahip oldukları ve bazılarının kariyer seçiminde mühendisliği vurgulamaya başladığı tespit edilmiştir.

Karahan vd. (2015) yaptıkları çalışmada; fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) entegre medya tasarım süreçlerinin sekizinci sınıf öğrencilerinin fen ve teknoloji derslerine yönelik tutumlarına etkisini ve bu tasarım süreçleri hakkındaki görüşlerini incelemiştir. Medya tasarım sürecinde, STEM eğitimi ile ilgili teknolojik araçların kullanılarak dijital medya yapıları tasarlanır. Eylem araştırmasına göre tasarlanan çalışmaya 14 hafta boyunca 21 öğrenci katılmıştır. Nicel ve nitel süreçlerle toplanan veriler analiz edildiğinde, STEM'e entegre medya tasarım süreçlerinin katılımcı öğrencilerin bilim ve medya tasarım faaliyetlerine yönelik tutumlarını olumlu etkilediğini ortaya çıkmıştır. Buna ek olarak, öğrenciler daha motive olmuş ve bilim içeriğini öğrenme ve sınıf tartışmalarına katılımlarını geliştiren medya tasarım süreçlerine girdikleri de gözlenmiştir.

Gülhan (2016) tarafından yapılan çalışmada, STEM entegrasyonunun ortaokul beşinci sınıf öğrencilerinin STEM alanlarına olan algılarına, tutumlarına, onların fen alanındaki kavramsal anlamalarına ve bilimsel yaratıcılıklarına olan etkisi incelenmiştir. Araştırmada karma yöntem gömülü desen kullanılmıştır. Araştırmanın katılımcıları, 2014-2015 eğitim-öğretim yılında İstanbul ilinde bir ortaokulda öğrenim gören 55 (27 kontrol grubu ve 28 deney grubu) öğrencidir. Kontrol grubunda MEB'in fen bilimleri dersindeki araştırma-sorgulamaya dayalı bir öğretim gerçekleştirilirken deney grubunda STEM odaklı etkinlikler uygulanmıştır. 12 haftalık uygulama sürecinde toplam altı STEM odaklı etkinlik yapılmıştır. Araştırma sonucunda, STEM etkinliklerinin beşinci sınıf öğrencilerinin STEM alanlarına yönelik algı, tutum ve mühendislik algılarını olumlu yönde geliştirdiği, öğrencilerin STEM ile ilgili mesleklere olan ilgilerinin arttığı görülmüştür. Ayrıca, beşinci sınıf öğrencilerinin fen alanına yönelik kavramsal anlama

düzeylerinin gelişmesinde olumlu etkisi olduğu görülmüştür. Ayrıca STEM etkinliklerinin öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarına bireysel gelişim anlamında sınırlı etkisi olduğu görülmüştür.

Bir diğer çalışmada Yıldırım (2016) ortaokul yedinci sınıf fen bilimleri dersine entegre edilmiş STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin ortaokul öğrencilerinin akademik başarılarına, sorgulayıcı öğrenme becerilerine, algılarına, motivasyonlarına, STEM'e karşı tutumlarına ve bilginin kalıcılığına olan etkisini araştırmıştır. Karma araştırma yöntemine göre yapılan araştırma pilot, oryantasyon ve asıl uygulama olmak üzere üç aşamada gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya 2015-2016 eğitim-öğretim yılında Muş ilindeki bir devlet ortaokulu yedinci sınıf öğrencileri katılmıştır. Sekiz hafta süren uygulamalarda nitel ve nicel yöntemlerle elde edilen bulgular sonucunda, STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin yapıldığı birinci ve ikinci deney grubu öğrencilerinin akademik başarılarının anlamlı şekilde yükseldiği, ancak fene yönelik sorgulayıcı öğrenme becerileri ortalama puanlarında anlamlı farkın olmadığı ortaya çıkmıştır. Ayrıca, öğrenciler STEM disiplinlerini günlük yaşamlarında kullanmanın önemini ifade ederek STEM etkinliklerinin, anlamlı öğrenmeyi sağladığını belirtilmişlerdir. Bu uygulamaların 21. yy becerilerini geliştirdiği, öğrencilerin cinsiyet ayrımı olmadan mühendislikle ilgili görüşlerinde birtakım değişiklikler olduğu ve öğretmenlerin bu konuda yeterli bilgiye sahip olmadığı sonucuna da ulaşılmıştır. Ayrıca öğrenciler STEM disiplinlerini günlük yaşamlarında kullanmanın öneminden bahsederek, STEM etkinliklerinin anlamlı öğrenmeyi sağladığı belirtilmişlerdir.

Benzer şekilde Pekbay (2017) STEM faaliyetlerinin ortaokul yedinci sınıf öğrencilerinin STEM ilgi alanları ve problem çözme becerilerine etkisini incelenmiştir. Çalışmada gömülü tasarıma uygun karma bir araştırma yöntemi kullanılmıştır. 2015-2016 akademik yılı boyunca devam eden çalışmaya 35 deney grubu 36 kontrol grubu toplam olmak üzere toplam 71 yedinci sınıf öğrencisi katılmıştır. Deney grubuna STEM uygulamaları yapılırken, kontrol grubuna normal müfredat uygulanmıştır. Sonuç olarak deney grubu

öğrencilerinin STEM faaliyetleri sonrasında problem çözme becerileri ortalama puanlarının kontrol grubu öğrencilere göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Deney grubundaki öğrencilerin aynı zamanda STEM ilgi alanlarının da olumlu yönde geliştiği görülmüştür.

Öztürk (2017) ilkokul öğrencilerinin ve öğretmenlerinin FeTeMM'e olan tutum ve yeterliklerinin belirlenmesini amaçlamıştır. Betimsel tarama modeline uygun olarak yürütülen çalışmaya 2016-2017 eğitim-öğretim yılında İzmir ilindeki bir devlet okulunda okuyan 3.654 ilkokul dördüncü sınıf öğrencisi ve 175 dördüncü sınıf öğretmeni katılmıştır. İlkokul öğrencileri için FeTeMM'e yönelik tutumlarını belirleyecek geçerli ve güvenilir bir ölçek geliştirilmiştir. Ayrıca dördüncü sınıf öğretim programlarında daha çok FeTeMM uygulamalarına yer verilmesi gerektiği belirtilerek mesleki gelişim açısından FeTeMM Eğitiminin önemi vurgulanmıştır.

Konca-Şentürk (2017)'ün yaptığı çalışmada ise, öğrenme ortamına uygun olabilecek FeTeMM etkinlikleri tanıtılarak uygulama süreci anlatılmış ve FeTeMM uygulamalarının kavramsal anlamaya ve bilimsel yaratıcılığa etkisi araştırılmıştır. Ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desene göre yürütülen çalışmaya Aydın ilinin Köşk ilçesinde öğrenim gören 26 kontrol 26 deney grubu yedinci sınıf öğrencisi katılmıştır. Deney grubu öğrencileri 'Kuvvet ve Enerji' konularında FeTeMM'e dayalı etkinlikler uygulamıştır. Sonuç olarak; deney ve kontrol grubu öğrencilerinin son test bilimsel yaratıcılıkları deney grubu lehine anlamlı çıkmıştır. Ayrıca, akıcılık, esneklik ve özgünlük boyutlarında özgünlük alt boyutu son testinde deney ve kontrol grubu adına anlamlı bir fark çıkmazken akıcılık ve esneklik boyutunda deney grubu arasında anlamlı fark çıkmıştır. Dolayısıyla bu çalışmanın, FeTeMM etkinliklerinin yedinci sınıf öğrencilerinin yaratıcı düşünmelerini ve bilimsel yaratıcılığın akıcılık, esneklik gibi alt boyutlarını olumlu yönde etkilediği söylenebilir.

Bilir (2018) çalışmasında ülkemizde 8-11 yaş aralığındaki çocukların mühendisliğe karşı olan ilgilerini ve tutumları ölçen veri toplama aracı yetersizliğinden dolayı Lachapella ve Cunningham tarafından geliştirilen “Elementary Student Engineering Interest and Attitudes (ESEIA)” ölçeğini Türkçeye uyarlamıştır. ESEIA ölçeği, beşli likert yapıda olup beş alt faktör ve toplam 24 maddeden oluşmaktadır. Ölçek uyarlanırken ilk önce, üç kişilik dil uzmanı ile orijinal ölçek formu oluşturulmuştur. Üç uzmanın çevirdiği metinler iki farklı alan uzmanına sunulmuştur ve dilsel eş değeri için Ankara’da beş farklı dil kursuna devam eden 8-11 yaş aralığındaki 155 gönüllü öğrenciden veriler toplanmıştır. Açımlayıcı faktör analizi ve doğrulayıcı faktör analizi için 1248 öğrenciden veriler toplanmıştır. Daha sonra gerekli geçerlik ve güvenirlik çalışmaları yapılarak ölçek nihai halini almıştır.

Acar (2018)’ın yaptığı çalışmada, FeTeMM eğitiminin ilkökul dördüncü sınıf öğrencilerinin fen bilimleri ve matematik dersindeki akademik başarılarına, eleştirel düşünme, problem çözme becerisine olan etkisini araştırılmıştır. Karma yonteme göre yürütölen bu araştırmada, Niğde ilinde benzer sosyoekonomik düzeyde farklı iki ilkökulda fen bilimleri ve matematik başarıları yakın olan üç sınıfta deney 1, deney 2 ve kontrol gruplu olarak yürütölmüştür. Deney 2 ve kontrol grubundaki dersler araştırmacı tarafından, deney 1 grubundaki dersler ise sınıf öğretmeni tarafından yürütölmüştür. Toplam 13 hafta ve 45 ders saati boyunca uygulanan FeTeMM etkinlikleriyle yürütölen bu uygulama sürecinde sınıf öğretmeni adaylarının deney grubu öğrencilerinde fen bilimleri ve matematik derslerinin akademik başarılarına, eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerine olumlu katkıları sağladığı sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca deney grubu öğrencileri bu süreçten keyif aldıklarını ve bundan sonra FeTeMM uygulamalarına yer vereceklerini belirtmiştir.

Genek (2018) araştırmasını 2016-2017 eğitim-öğretim yılında Antalya’da bulunan iki özel ilkökulda gerçekleştirmiştir. Haftada bir ders saati STEM dersi alan ilkökul iki, üç ve dördüncü sınıf öğrencilerinin çeşitli değişkenlere göre bilimsel yaratıcılık düzeylerinin

belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma, nicel araştırma yöntemlerinden tarama modelinde yürütülmüştür. Araştırmaya katılan 85 öğrenciye, Bahçeşehir Üniversitesi BAUSTEM merkezi ve 30 sınıf öğretmeni ve okul öncesi öğretmeninin iki eğitim öğretim dönemi boyunca birlikte tasarladıkları ErkenSTEM programı uygulanmıştır. Öğrencilere “Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği” ve araştırmacı tarafından hazırlanmış “Öğrenci Tanıma Formu” uygulandıktan sonra elde edilen verilere bakıldığında; ErkenSTEM eğitimi alan bu öğrencilerin bilimsel yaratıcılıkları sınıf kademesine göre anlamlı şekilde değişiklik göstermiştir. Dördüncü sınıf öğrencileri ikinci ve üçüncü sınıf öğrencilerinden yüksek puan almışlardır.

Çiftçi (2018) araştırmasında, STEM yaklaşımı çerçevesinde rehber öğretim materyali geliştirerek uygulanacak olan STEM etkinliklerinin yedinci sınıf öğrencilerinin STEM mesleki farkındalığına, bilimsel yaratıcılıklarına ve STEM disiplinleri arasındaki ilişkiyi anlamaya yönelik etkilerini incelemiştir. Açıklayıcı durum çalışması desenine uygun olarak yürütülen çalışmaya, 2016-2017 eğitim-öğretim yılında yedinci sınıfta öğrenimleri devam eden 56 kişi katılmıştır. Toplam 11 haftalık sürede altı STEM etkinliği geliştirilmiştir. Hem nitel hem de nicel süreçlerle elde edilen veriler analiz edildiğinde, STEM etkinliklerinin öğrencilerin STEM disiplinleri arasındaki ilişkiyi anlamalarına yardımcı olduğu; öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarını geliştirdiği; öğrencilerin STEM mesleklerine yönelik ilgilerinin artırdığı ve öğrencilerin bu konudaki bilgi ve becerilerinin gelişme gösterdiği tespit edilmiştir.

Çalışıcı (2018), Sivas ilindeki özel bir kurumda öğrenim gören 44 sekizinci sınıf öğrencisiyle (22 deney grubu 22 kontrol grubu) nicel araştırma yöntemlerinden ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desene göre bir çalışma yürütmüştür. Deney grubunda FeTeMM temelli yürütülen fen bilimleri dersinin, öğrencilerin çevresel tutumları, bilimsel yaratıcılıkları, problem çözme becerileri ve fen başarısına olan etkisini incelenmişlerdir. Çalışma deney grubu öğrencileri ile sekizinci sınıf fen bilimleri ‘Canlılar ve Enerji İlişkileri’ ünitesindeki konular FeTeMM kazanımlarına göre

FetTeMM uygulamalı olarak; kontrol grubu öğrencileri ile de mevcut öğretim programındaki kazanımlar yapılandırmacı yaklaşıma göre yürütülmüştür. Çalışmanın sonucunda FeTeMM uygulamalarının 8. sınıf öğrencilerinin çevresel tutumları, problem çözme becerileri ve fen başarıları üzerine olumlu yönde katkı sağlamakla birlikte, bilimsel yaratıcılık açısından bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca, bu uygulamaların öğrencilerin akademik başarısını artırmak ve onların fen dersine olan tutumlarını olumlu yönde geliştirmeye yardımcı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Yasak (2019) çalışmasında, mühendislik tasarım temelli etkinliklerle yürüttüğü fen derslerinin altıncı sınıf öğrencilerinin ‘Madde ve Isı’ ünitesindeki problem çözme ve tasarım becerilerine etkisini incelemiştir. Eylem araştırmasına göre yürütülen çalışma 2017-2018 eğitim-öğretim yılında sosyo-ekonomik açıdan düşük seviyedeki 26 altıncı sınıf öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Öğrencilere beş hafta süresince mühendislik tasarım temelli etkinlikler yaptırılmıştır. Nicel ve nitel veri toplama araçlarıyla elde edilen veriler analiz edildiğinde; çalışmada yapılan uygulamaların öğrencilerin problem çözme ve tasarım becerilerinin gelişmesine katkı sağladığı ortaya çıkmıştır. Ayrıca, öğrencilerin mühendislik imajında ve STEM bilgi yapılarında olumlu gelişmeler gözlenmiştir.

Yavuz (2019) yaptığı çalışmada, STEM içeriğine uygun olarak işlenen sınıf fen bilimleri dersinin ilkökul dördüncü sınıf öğrencilerinin STEM mesleklerine, algılarına ve tutumlarına etkisini incelemiştir. Çalışma 2017-2018 eğitim-öğretim yılının ikinci yarısında Afyonkarahisar’daki bir ilkökullun bir şubesinde gerçekleştirilmiştir. Eylem araştırmasına göre yürütülen çalışmada, nitel ve nicel veri toplama araçları kullanılmıştır. Uygulamaların ilkökul öğrencilerinin STEM mesleklerine olan ilgisi, algısı ve tutumlarını olumlu etkilediği; uygulama sonunda öğrencilerin fen, matematik, mühendislik ve teknoloji alanlarını bütünlük olarak gördükleri; uygulamalarda eğlendikleri ve STEM uygulamalarının eleştirel düşünme, yaratıcılık, işbirliği, iletişim gibi 21. yy becerilerine katkı sağladığı belirtilmiştir

2.9.2. Mühendislik Tasarım Süreci ve STEM Eğitim Yaklaşımı İle İlgili Öğretmen Adaylarına Yönelik Yapılan Çalışmalar

Culver (2012), öğretmen adaylarının mühendislik becerisini öğrenme ortamlarında kullanmaları için onların mühendislik hakkında bildiklerini açığa çıkarmayı amaçlayan bu araştırma yapmıştır. Çalışmaya büyük bir orta batı üniversitesinden 44 sınıf öğretmeni adayını katılmıştır. Araştırmada öğretmen adaylarının mühendislik tasarımı, mühendislik algıları ve K-12 eğitime bakış açıları değerlendirilmiştir. Veriler anket, dergi girişleri, odak grup görüşmeleri ve gözlemlerle elde edilmiştir. Verilerin analizine göre; öğretmen adaylarının bilinçli bir tasarım süreci olmadan tasarım görevlerini tamamlaya çalıştıkları ve mühendisliği inşa etmek kavramı ile aynı anlamda kullandıkları görülmüştür. Öğretmen adayları, öğrencilerin mühendislik alanındaki başarılarını öğretmenin yönlendirmesinden ziyade öğrencilerin ön bilgilerinden kaynaklandığını düşündüklerini belirtmiştir. Ayrıca, katılımcılarından bu süreç ile ilgili karamsar olduklarını ve korktuklarını belirten kişiler olmakla birlikte süreci iyimser olarak karşılayan kişiler de bulunmaktadır.

Bozkurt (2014) yaptığı çalışmada, Fen ve Teknoloji Öğretim Laboratuvar Uygulamaları-I dersindeki mühendislik tasarım temelli fen eğitimi sürecini incelemekle birlikte bunun fen bilimleri öğretim programına uygunluğunu belirlemek ve öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerileri ve karar verme becerilerine olan etkisini araştırmayı amaçlamıştır. Tek gruplu deneysel desene göre yürütülen çalışma, 2013-2014 eğitim-öğretim yılının güz döneminde bir devlet üniversitesindeki üçüncü sınıftaki 36 fen bilgisi öğretmen adayı ile yürütülmüştür. Karma araştırma yöntemine uygun olarak nicel ve nitel süreçlerde toplanan verilerin analizi sonucunda; öğretmen adaylarının karar verme becerilerinin ve bilimsel süreç becerilerinin mühendislik tasarım temelli fen eğitimi ile olumlu yönde geliştiği ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte öğretmen adaylarının bu becerilerin gelişimleri hakkında olumlu düşüncelere sahip olduklarını belirttikleri de

açığa çıkarılmıştır. Öğretmen adayları ilkokul ve ortaokulda mühendislik tasarım temelli fen eğitimini kullanabileceklerini de belirtmiştir.

Başka bir araştırmada Altan vd. (2016), hizmet öncesindeki fen öğretmenlerinin tasarım temelli fen öğretimi hakkındaki düşünceleri ve değerlendirmeleri alınmıştır. Çalışma durum desenine göre yapılmıştır. Altı fen bilimleri öğretmen adayı yarı yapılandırılmış görüşmeler ile veriler elde edilmiştir. Tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarının ortasında ve sonunda yapılan görüşmelerden elde edilen analizlere göre; öğretmen adayları mühendislik tasarım sürecinin güçlü yönlerini bahsederken daha çok yaparak öğrenmek, büyük tasarım görevi, hedefin motive etmesi, sorgulamaya dayalı olması ve kalıcı öğrenmeye katkı sunması şeklinde ifade etmişlerdir.

Avcı (2017) tarafından yapılan araştırma Marmara Üniversitesi Fen Bilgisi öğretmenliği üçüncü sınıfta okuyan 20 üçüncü sınıf öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmada Lego Mindstorm Robotik Projelerinin, öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgisi, problem çözme ve bilimsel yaratıcılıklarına olan etkisi incelenmiştir. İç içe gömülü karma desenle yürütülen çalışma deney grubu ile on hafta sürmüştür. Elde edilen nicel ve nitel veriler birlikte analiz edildiğinde, öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgisi ve bilimsel yaratıcılıkları ön test-son test ortalama puanları deney grubu son test lehine anlamlı çıkmıştır. Araştırma sonucunda, Lego Mindstorm Robotik Proje'sinin bu alanlara katkı sağladığı söylenebilir.

Hacıoğlu (2017)'nin yaptığı çalışmanın amacı, 21. yy ile uyumlu fen bilgisi öğretmen adaylarının bir eylem araştırması çerçevesinde STEM eğitimi temelli etkinliklerle bilimsel yaratıcılık ve eleştirel düşünme becerilerini geliştirmektir. Çalışma bir devlet üniversitesi 34 üçüncü sınıf fen bilgisi öğretmen adayıyla 14 hafta boyunca mühendislik tasarım temelli fen yaklaşımına uygun olarak yürütülmüştür. Çalışmada nitel ve nicel süreçlerden elde edilen bulgular öğretmen adaylarının bu uygulamalar sonunda bilimsel yaratıcılıklarının ve eleştirel düşünme becerilerinin geliştiğini göstermektedir. Ayrıca

öğretmen adayları STEM eğitimi temelli etkinliklerin hem bilimsel yaratıcılık hem de eleştirel düşünme becerilerini geliştirebileceğini ifade etmişlerdir.

Blackley, Sheffield, Maynard, Koul ve Walker (2017) yaptıkları nitel araştırmayı hem yükseköğretim kurumlarında hem de ilkokullarda gerçekleştirmişlerdir. İki grupta yürütülen çalışmada, birinci grupta dokuz kadın öğretmen adayı ve bir kadın mühendislik öğrencisi ikinci grupta ise, 71 altı ve yedi yaşlarında kız öğrenci yer almaktadır. Çalışmanın ilk aşamasında STEM kavramlarının anlaşılması, elektrik devrelerinin anlaşılması, eğitim atölyesi hazırlanması ve ilkokul öğrencilerine rehber olmak için tasarlanacak ürünlerin hazırlanması süreci oluşturulmuştur. Diğer tasarlama aşamasında ise, birinci kazanımlara dayandırılarak öğrencilerin Makerspace ürününü yapmaları sağlanmıştır. Daha sonra öğretmenlerin facebook adreslerinden bu konu ile ilgili yaptıkları paylaşımlarda analiz edilmiştir. Öğretmen adaylarının bu faaliyetleri yürütürken STEM ve pedagojik becerilerinin gelişimi, gelecekte neler yapmaları konusunda gerekli olan değişiklikleri içeren yansımalar yer almıştır. Araştırmada öğretmen adayları STEM eğitime karşı heyecan ve merak duydukları, bu konuyla ilgili bilgilerini artırmak istediklerini belirtmişlerdir. Öğretmen adayları, STEM eğitimi için gereken yeterlik ve güvene sahip olabileceklerini belirtmektedir. Bu pilot çalışma daha sonra yıl boyunca üç farklı Makerspace aktivitesi yapılarak üç kere döngü tamamlanarak Avustralya'daki Curtin Üniversitesi tarafından finanse edilerek genişletilmiştir. Facebook sitesi zenginleştirilerek sanal bir Makerspace oluşturulmuştur.

Özçakır ve Sümen (2018) tarafından yapılan araştırmada, 2016-2017 eğitim-öğretim yılında sınıf öğretmeni adaylarına STEM eğitim yaklaşımı ile bütünleştirilen matematik eğitimi uygulanmıştır. Araştırmaya, birinci sınıf öğretmen adaylarından deney ve kontrol grubu olacak şekilde toplam 46 kişi katılmıştır. Karma yönteme göre yürütülen bu çalışmada STEM eğitiminin geleneksel eğitimle karşılaştırıldığında öğretmen adaylarının matematik başarısını artırmada daha etkili olduğu ve öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinin ve 21. yüzyıl becerilerinin geliştiği tespit edilmiştir. Öğretmen

adayları, bu uygulamalarla matematik eğitiminin daha eğlenceli hale geldiğini de ifade ederek matematik ile günlük hayat arasında bağ kurmaya başladıklarını belirtmiştir.

Çalışıcı ve Sümen (2018), 2016-2017 eğitim-öğretim yılında bir devlet üniversitesi eğitim fakültesi sınıf öğretmenliğinde öğrenim gören 138 (57 birinci sınıf, 33 ikinci sınıf, 34 üçüncü sınıf, 14 dördüncü sınıf) öğretmen adayının metaforlar yardımı ile STEM algılarını incelenmişlerdir. Nitel araştırma yaklaşımı kullanılarak açık uçlu sorulardan metaforlara ulaşılmıştır. Öğretmen adayları STEM eğitimi hakkında geniş çaplı bilgilendirilerek, örnekler sunulduktan sonra araştırmacılar hazırladıkları metafor formları ile bulguları toplamıştır. Buna göre öğretmen adayları STEM eğitimini faydalı olarak görmüş, bu yaklaşımın bazı alanlardaki eksiklikleri tamamladığını ve dört disiplinin birbirini tamamlamasından dolayı birlikte ele alınması gerektiğini belirtmişlerdir. Genel olarak öğretmen adayları STEM kavramını sürekli gelişen, sevilen ve çok çalışma gerektiren bir eğitim yaklaşımı olarak görmüşlerdir. Ancak, bazı öğretmen adayları da STEM'in sıkıcı ve gereksiz olduğunu söylemişlerdir.

Altaş (2018), 2016-2017 eğitim-öğretim yılının bahar yarıyılında uyguladığı, STEM eğitime göre hazırlanan ders planlarının sınıf öğretmeni adaylarının mühendislik tasarım süreci basamaklarını kullanma becerisi, mühendislik ve teknoloji algılarına olan etkisini incelemiştir. Karma araştırma yönteminin kullanıldığı bu çalışmada öğretmen adaylarına dönem boyunca süreç başında, ortasında ve sonunda iki olmak üzere toplam altı STEM etkinliği yaptırılmıştır. Öğretmen adaylarının mühendislik tasarım süreci basamaklarını kullanma becerilerine gelişim gösterdikleri görülmüştür. Ayrıca mühendislik tasarım sürecinde geçirilen zamanın öğretmen adaylarının mühendislik ve teknolojik algılarını pozitif yönde geliştirdiği sonucuna da ulaşılmıştır.

Yıldırım ve Türk (2018)'ün yaptıkları çalışmada, sınıf öğretmeni adaylarının STEM eğitime yönelik görüşlerini incelemiştir. Durum çalışma desenine göre yürütülen araştırma 2016-2017 eğitim-öğretim yılında güz yarıyılında 12 hafta boyunca STEM

eğitimi uygulanarak 40 sınıf  ğretmeni adayı ile y r t lm şt r. Araştırmanın verileri yarı yapılandırılmış görüşme formu ile toplanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre,  ğretmen adayları STEM eğitimi ve mühendislik-teknolojiye yönelik düşüncelerinde olumlu gelişmeler olduğunu belirtmiştir. Öğretmen adayları bu uygulamaların öğrencilerin yaratıcılık,  zg ven, merak, sorumluluk, empati gibi özelliklerini geliştireceğinden bahsetmiştir.

  nc oğlu (2018) yürüttüğü araştırmada, Fen ve Teknoloji Laboratuvar Uygulamaları-II dersindeki STEM odaklı uygulamaların fen bilgisi  ğretmen adaylarının STEM eğitiminin uygulanabilirliği, STEM eğitime yönelik etkinlik planlanması ve uygulamasına yönelik yeterlilikleri ve yeterlik algılarına olan etkisini incelenmişlerdir. Araştırma, 2016-2017 eğitim- ğretim yılında bir devlet  niversitesinde   nc  sınıfta öğrenim gören 35 fen bilgisi  ğretmen adayıyla y r t lm şt r. Karma araştırma yönteminde göre yürütülen çalışmanın nitel kısmına 9  ğretmen aday   hil edilmiştir. Çalışmada nicel ve nitel süreçlerden elde edilen veriler yorumlanmıştır. Çalışma sonucunda STEM odaklı uygulamaların fen bilgisi  ğretmen adaylarının STEM eğitime yönelik farkındalıklarını artırdığı, STEM eğitiminin uygulanabilirliğine ilişkin görüşlerini olumlu yönde etkilediği STEM eğitime yönelik etkinlikleri planlama ve uygulamaya dair yeterliklerini artırdığı g r lm ştir.

Kaya (2018) yürüttüğü araştırmada, ders dışı etkinlik olarak uygulanan STEM (FeTeMM) eğitiminin  ğretmen adaylarının yaratıcılık ve öz düzenleme becerilerine olan etkisini inceleyerek  ğretmen adaylarının STEM eğitimi hakkındaki görüşlerini belirlemiştir. Çalışmaya bir devlet  niversitesinin eğitim fakültesi üçüncü sınıfında okuyan 32 gönüllü fen bilgisi  ğretmen aday  atılmıştır. Karma yöntemin kullanıldığı bu çalışmanın sonucunda STEM eğitimi uygulanan fen bilgisi  ğretmen adaylarının yaratıcılık ve öz düzenleme becerilerinin olumlu yönde geliştiği g r lm ştir.

2.9.3. Mühendislik Tasarım Süreci ve STEM Eğitim Yaklaşımı İle İlgili Öğretmenlere Yönelik Çalışmalar

Brown (2012) yaptığı çalışmada, 2007 -2010 yılları arasında K-12 öğretmenlerinin tercihlerine göre belirlediği 8 dergide yayınlanan 60 STEM ile ilgili makale incelenmiştir. Araştırmada, STEM eğitimi ile ilgili yapılan araştırmaların kapsamı, buna katılanlar ve nerelerde yapıldığı incelenmiştir. K-12 öğretmenleri genelde sınıflarında yeni yöntemler denerken bu sınıflarda öğrencilerin performansının değerlendirildiği çalışmaların eksik olduğu görülmüştür.

Breiner vd. (2012) tarafından nitel temelli olarak yürütülen araştırmada, ABD'nin Cincinnati Üniversitesi, "Eğitim, Ceza ve İnsan Hizmetleri Koleji STEM Eğitim Fakültesi öğretim elemanlarının STEM hakkındaki görüşleri tespit edilmiştir. Öğretim elemanlarından "STEM nedir, yaşamı nasıl etkiler?" gibi sorulara cevap vermeleri ve STEM'e yönelik tanımlamalar yapmaları istenmiştir. Araştırmanın sonuçları değerlendirildiğinde, toplam 222 yanıtla öğretim üyelerinin birçoğu farklı STEM projesinde yer almasına rağmen STEM ile ilgili ortak bir operasyonel tanım yapamadıkları görülmüştür. Öğretim elemanlarının bazılarının STEM ile ilgili kavramsallaştırmalarda STEM'in doğasını incelerken bazılarının da kolejlerde, üniversitelerde bu konu ile ilgili toplantılar yapsalar bile STEM'in doğasından bahsetmedikleri belirlenmiştir. Araştırma sonucunda STEM kavramsallaştırması için operasyonel tanıma ihtiyaç duyulduğu belirtilerek, ortak bir anlayış dili geliştirilmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Siew, Amir ve Chong (2015) yaptıkları araştırmada Malezya'da 25 hizmet öncesi ve 21 hizmet içi lise fen öğretmeninin disiplinler arası proje tabanlı STEM uygulamalarını benimseme konusundaki görüşleri araştırılmıştır. Bu öğretmenlere STEM projelerini içeren 8 saatlik atölye çalışmaları yapılarak bu çalışmaların öncesinde ve sonrasında anketler, görüşmeler, açık uçlu sorular ve sınıf içi tartışmalarla toplanan veriler analiz

edilmiştir. Bu çalışmadan dört öğretmen adayının görüşleri, STEM yaklaşımlarının fen öğretiminde proje tabanlı öğrenme sayesinde uygulamalı olarak yapılarak aktif katılımı sağladığı ve eleştirel ve yaratıcı düşünciyi geliştirdiği şeklindedir. Ayrıca katılımcılar STEM etkinliklerini öğrencilere yeni şeyler yaratma ve yaratıcı fikir geliştirmek için umut dolu bir yaklaşım olarak görmektedir.

Özdemir (2019) sınıf öğretmenleri ile yürüttüğü araştırmada, 197 sınıf öğretmenin FeTeMM farkındalık düzeylerini belirleyerek FeTeMM eğitimi uygulamaları hakkındaki öğretmen görüşlerini tespit etmeyi amaçlamıştır. İlişkisel tarama modelinde yürütülen çalışmada, veri toplamak için, Buyruk ve Korkmaz (2016) tarafından geliştirilen “FeTeMM Farkındalık Ölçeği” ve araştırmacı tarafından geliştirilen “FeTeMM Eğitimi Sınıf Öğretmeni Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu” kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, sınıf öğretmenlerinin FeTeMM eğitime yönelik farkındalıklarına bakıldığında, cinsiyet, mesleki kıdem, mezun oldukları fakülte gibi değişkenlerde farklılık olmadığı görülmüştür. Öğretmenlerin FeTeMM uygulamaları hakkında da olumlu görüşe sahip oldukları açığa çıkmıştır.

Eroğlu ve Bektaş (2016) yaptıkları araştırmada, üç farklı ortaokulda görevli beş fen bilimleri öğretmenin STEM temelli ders etkinliklerine yönelik görüşlerini incelenmiştir. Çalışmaya katılan kişiler amaçlı örnekleme göre seçilmiş olup önceden STEM ile ilgili tecrübesi olan öğretmenlerdir. Nitel araştırma yöntemlerinden fenomenoloji desenine göre yürütülen çalışmada dört gün süresince yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen veriler analiz edilmiştir. Öğretmenlerin fen disiplninde özellikle de fizik alanı ile STEM temelli etkinlikleri bağdaştırarak, fen disiplni ile; teknoloji, matematik ve mühendislik arasında ilişki kurduklarını göstermektedir. Ayrıca, fen bilimleri öğretmenleri; STEM temelli etkinliklerin öğrencilerin öğrenmelerini olumlu yönde etkileyerek onların bilimsel süreç becerilerini, psikomotor becerilerini geliştirdiği yaratıcılıklarını ve üretkenliklerini artırdığını, fen dersine karşı olumlu bakış açısı

kazandırdığını, ilgi ve motivasyonun artması ve keyifli vakit geçirmeyi sağlayarak başka alanlarda da başarılı olduğunu belirtmişlerdir.

Guzey, Moore ve Harwell (2016) STEM'in eğitime entegre edilmesi amacıyla K-12 eğitimi için 20 mühendislik tasarımına uygun STEM müfredatı geliştirmişlerdir. 48 öğretmen bir yıl süren STEM entegrasyon geliştirme programında çalışmıştır. Bu müfredatların yedi tanesi yaşam bilimi (canlılarla ilgili), yedi tanesi dünya bilimi (dünyanın oluşumu vb.) ve altı tanesi fiziksel bilim (teoriler, sıcaklık değişimleri vb.) gibi ana başlıklardan oluşmaktadır. Her ana başlık altında belirlenen 10 konu bulunmaktadır. Bu müfredatların her birinde yer alan günlük yaşam problemlerini öğrenciler matematik ve fen bilimleri bilgilerini harekete geçirerek çözmeleri beklenmektedir. Araştırmada, STEM ünitelerinden fiziksel bilimler odaklı ünitelerin mühendislik faaliyetlerinin, yaşam bilimleri ve dünyada kullanılan bağlamlara göre daha çok ilgi çektiği ve motive edici olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Matematik entegrasyonu ile ilgili, matematik, fen ve mühendisliğin ele alındığı STEM disiplinlerinin öğrencilerin gelişimine katkısı düşük olmuştur.

Havice, Havice, Waugaman ve Walker (2018) tarafından gerçekleştirilen ve 11 yıl süresinde bu çalışmaya yedi okuldan 475 ilkokul ve anaokul öğretmeni ve idareci katılmıştır. STEM eğitim enstitüsünde bütünleştirilmiş STEM eğitimi etkinlikleri oluşturmak için bazı beceriler geliştirilmiştir. Probleme dayalı ve proje tabanlı öğrenmeyle bunların nasıl birleştirileceği üzerinde çalışılmıştır. Enstitünün öğrenme hedeflerinin ölçüldüğü anket sonuçlarına göre öğretmenlerin bu konudaki özyeterliklerinin anlamlı derece arttığı görülmüştür. Ayrıca 2012-2015 yıllarında bu enstitüden mezun olanlara yapılan anket sonuçlarına göre de, bu öğretmenlerin okullarında bütünleştirici STEM etkinlikleri uygulama konusunda güçlü hisler uyandığı, sınıflarında kullandıkları ve sürdürülebilir şekilde devam ettiği ortaya çıkmıştır. Yine de bu alanda öğretmenlerin bütünleştirici STEM eğitiminin nasıl olacağına dair anlayışla ve bilgilerinin geliştirilmesi için çok sayıda çalışmaya ihtiyaç duyulduğu belirtilmektedir.

Ersoy (2018) tarafından yapılan çalışmada ilkokullar için STEM Programı uygulayan 46 sınıf öğretmeni 10 okul öncesi öğretmenin STEM öğretimi özyeterlik inançları incelenmiştir. Öğretmenlerin bir öğretim yılı boyunca uyguladıkları programa göre onların özyeterlik inançları yaş, cinsiyet, mesleki deneyim ve STEM öğretimi deneyimlerine göre araştırılmıştır. Tek grup ön test son test zayıf deneysel desen ile yürütülen çalışmada “Öğretmen Tanıma Formu” ve “STEM Öğretimi Özyeterlik İnancı Ölçeği” kullanılmıştır. Araştırmanın sonunda STEM öğretim deneyimine sahip olan öğretmenlerin özyeterlik inançları da yüksek çıkmıştır. Öğretmenlerin özyeterlik inançlarını geliştirmek için mesleki eğitimlere katılmaya teşvik edilmesi gerektiği vurgulanmaktadır.

BÖLÜM III

YÖNTEM

Bu bölümde; araştırmanın modeli, çalışma grubu, veri toplama araçları, deneysel işlem süreci, veri toplama ve analizi, çalışmanın geçerliği ve güvenirliği ile ilgili bilgilere yer verilmiştir.

3.1. Araştırma Modeli

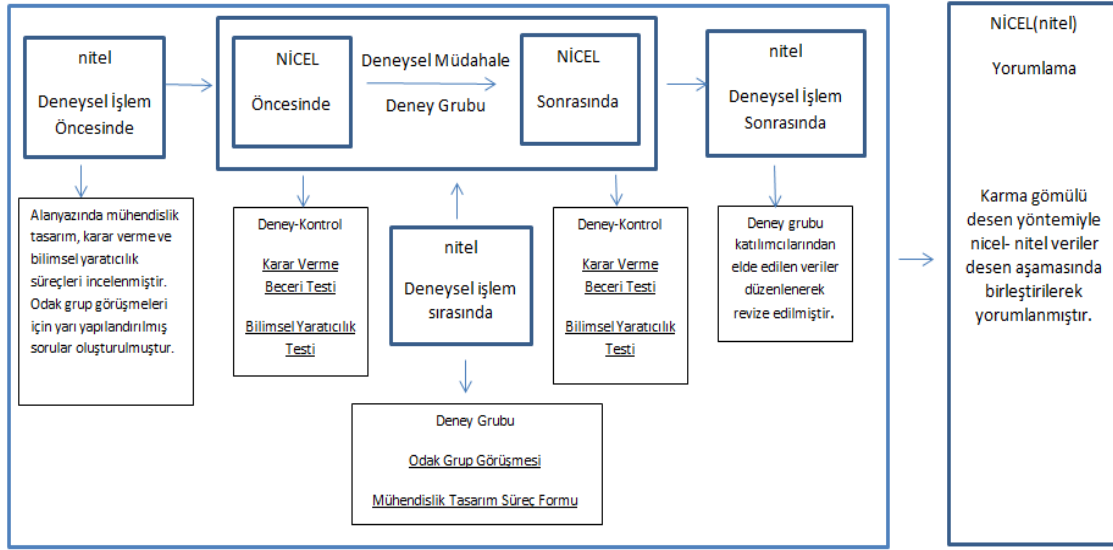
Bu çalışma karma yöntem araştırmasına göre modellenmiştir. Gün geçtikçe literatürde daha sık kullanılmaya başlanan karma yöntem araştırmaları için, Greene, Caracelli ve Graham (1989) beş farklı bakış açısı sunmaktadır: Buna göre; karma yöntem araştırmaları ile verileri çeşitleyerek farklı yöntemler arasındaki ilişkiden yararlanılabildiği, yöntemlerin sonuçlarının birbirini tamamladığı, bir yöntemin sonucunun diğer yöntem sonuçlarıyla genişletilebileceği ve böylece sonuçlarda değişiklik yapılabileceği ve araştırma aralığının genişletilebileceği gibi bakış açıları yer almaktadır. Karma araştırmalarla nitel ve nicel yollarla elde edilmiş veriler tek bir çatı altında birleştirilerek kullanılmaktadır (Fırat, Yurdakul, Kabakçı & Ersoy, 2014). Bu veriler birleştirilerek daha geniş, derin, kapsamlı ve zengin anlamlar elde edilebilmektedir (Johnson & Onwuegbuzie, 2004).

Araştırma yöntemleri ile ilgili olan paradigmaların varsayımlarının iyi analiz edilmesi ve dayandığı felsefenin anlaşılması gerekmektedir (Cressweel & Clark, 2015). Karma yöntem araştırmalarına bakıldığında, ayrı bir araştırma alanı olarak görülen ve giderek daha sık kullanılmaya başlanan bir paradigmanın ürünü olduğu görülmektedir. Karma yöntem araştırmaları felsefe olarak pragmatizme dayanmaktadır. Pragmatizmin bilimsel araştırmalarda kullanılan nitel ve nicel araştırmalar arasındaki entegrasyonu oluşturmak için yararlanılacak önemli bir felsefi alanı olduğu görüşü benimsenmektedir (Johnson & Onwuegbuzie, 2004). 21. yüzyılda takip edilmesi gereken dijital akış, internet iletişimi, bilgisayar yazılımları gibi pek çok konuda araştırma yapmaya fırsat tanıyan karma araştırmalar yöntem bilimin bu açılardan gelişmesine de büyük katkı sunmaktadır. Karma yöntem araştırmalarının, nitel ve nicel yöntemlerin güçlü taraflarından yararlanılarak araştırma problemlerine yanıt bulabilmek için kullanılan kapsamlı çalışmalar olduğu düşünülmektedir (Fırat vd., 2014). Bu araştırmada nicel ve nitel süreçler kullanılarak karma yöntem araştırmalarından yararlanılmıştır. Karma yöntem araştırmaları Şekil 10'da gösterilmektedir (Creswell, 2013; Creswell & Clark, 2015).

Yakınsayan Paralel Desen	→	Nicel ve nitel yöntemler eşit önceliklidir. Her yöntem ayrı çözümlenip yorumlamada birleştirme
Açımlayıcı Sıralı Desen	→	Nicel aşama önceliklidir, nicel sonuçların açıklanmasında nitel sonuçlardan yararlanma
Keşfedici Sıralı Desen	→	Nitel aşama önceliklidir, nitel sonuçların açıklanmasında nicel sonuçlardan yararlanma
İç İçe (Gömülü) Desen	→	Nicel veya nitel veriler daha geniş olan desenin içinde yorumlama (Araştırma öncesi, sırası ve sonrasında etkileşimli olan yöntemler)
Dönüştürücü Desen	→	Kuramsal bir çerçeveye dayanan verilerin birbirinin üzerine yapılanarak birleştirilmesi ya da sıralanması
Çok Aşamalı Desen	→	Genel programın hedefini uygulayabilmek için aşamaların sıralı ya da eş zamanlı birleştirilmesi

Şekil 10. Karma yöntem araştırma desenleri

Bilimsel bir çalışmada, araştırılacak probleme uygun olarak oluşturulan araştırma soruları yürütülecek olan çalışmanın desenini belirlemede oldukça önemlidir. Bu çalışmada, belirlenen problem ve alt problemlere cevap bulabilmek için karma yöntem araştırmalarından iç içe gömülü desenin kullanılmasına karar verilmiştir. İç içe gömülü desen, nicel ve nitel verilerin analiz edildiği genellikle deneysel araştırmalarda, nitel verilerin nicel verilerin içine gömülmesi şeklinde ele alınmaktadır (Creswell & Clark, 2015). Buna göre, araştırmacı deneysel çalışma öncesinde, sırasında veya sonrasında veri toplayabilmektedir. Araştırma genellikle daha büyük desenle devam etmektedir (Creswell ve Plano-Clark, 2014; Creswell, 2013). Mühendislik tasarım temelli fen öğretiminin sınıf öğretmeni adaylarının karar verme becerilerine, bilimsel yaratıcılıklarına ve mühendislik tasarım temelli süreç becerilerine etkisi araştırılırken iç içe gömülü desenden yararlanılmıştır. Araştırmanın deneysel kısmında öncelikle nicel süreçli bir yaklaşım izlenmiştir. Kontrol grubundaki öğretmen adaylarıyla 5E öğrenme modeline göre ders işlenirken deney grubundaki sınıf öğretmeni adaylarına 5E öğrenme modeline gömülü MTTFÖ süreci uygulanmıştır. Süreç öncesinde ve sonrasında deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarına karar verme beceri testi ve bilimsel yaratıcılık beceri testi uygulanmıştır. Çalışmanın nitel kısmında ise; MTTFÖ sürecinde öğretmen adaylarının her tasarım için bireysel ve grup olarak oluşturdukları mühendislik tasarım süreç formları, mühendislik tasarım süreç rubriğine göre değerlendirilmiştir. Ayrıca, sürecin başında, ortasında ve sonunda her gruptan bir kişi olmak koşuluyla toplamda altı sınıf öğretmeni adayıyla odak grup görüşmeleri yapılmıştır. Odak grup görüşmelerinde öğretmen adaylarının yapılan tasarımlardaki karar verme süreçleri, önerdikleri alternatif çözümler, MTTFÖ sürecinde STEM etkinlikleri hakkındaki görüşleri açığa çıkarılmaya çalışılmıştır. Bu çalışmanın yöntemi Şekil 11’de özetlenmiştir.



Şekil 11. Karma gömülü desen temel prosedürler akış şemasına göre düzenlenmiştir (Creswell & Clark, 2007).

Şekil 11’de bu çalışmada yürütülen nicel ve nitel süreçler görülmektedir. Daha öncede belirtildiği gibi bu çalışmada, iç içe gömülü desenin tercih edilme sebebi, mühendislik temelli fen uygulamalarının sınıf öğretmeni adaylarının karar verme ve bilimsel yaratıcılıklarına olan etkisini nicel süreçlerle açığa çıkardıktan sonra elde edilen verilerin daha iyi analiz edilebilmesi için nitel süreçlerden yararlanılmak istenmesidir. Uygulamalar sırasında sınıf öğretmeni adaylarıyla odak grup görüşmeleri yapılmış ve süreçte zorlandıkları noktalar tespit edilmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının bireysel ve grup olarak doldurdukları mühendislik tasarım döngüsü raporları incelenmiş ve eksiklikler belirlenmiştir. Süreç boyunca sınıf öğretmeni adaylarına mühendislik tasarım temelli öğretim sürecini daha iyi kavramaları için tespit edilen eksikliklere yönelik dönütler verilmiştir. Bu çalışmada nicel verilerin açıklanmasında nitel verilerden yararlanılmıştır.

3.2. Çalışmanın Evreni ve Örneklemi

Araştırmanın asıl uygulamasına geçilmeden önce yürütülen pilot çalışmaya, 2017-2018 yılı Güz Döneminde Ankara İlindeki bir devlet üniversitesinin eğitim fakültesi sınıf

eitimi anabilim dalı dördüncü sınıf öğretmenliğinde okuyan iki erkek, altı kadın toplam sekiz öğretmen adayı gönüllü olarak katılmıştır. Pilot uygulama dörder kişilik iki grup halinde altı hafta devam etmiştir. Bu süreçte dördüncü sınıf öğretmen adaylarının seçilme nedeni bu öğrencilerden yeni problem durumu bulma ve sürecin işlerliği hakkında daha sağlıklı dönütler elde edileceğinin düşünülmesidir.

Asıl uygulamanın yapıldığı araştırma grubunun evrenini Ankara'daki devlet üniversitelerinin eğitim fakültesi sınıf eğitimi anabilim dalı ikinci sınıf öğretmen adayları oluşturmaktadır. Araştırmanın çalışma grubunu ise kolay ulaşılabilir yolla seçilen Ankara ilindeki bir devlet üniversitesinin eğitim fakültesi sınıf eğitimi anabilim dalı ikinci sınıfında okuyan öğretmen adayları oluşturmaktadır. Sınıf eğitimi ana bilim dalı ikinci sınıfların üç şubesine “Karar Verme Beceri Testi” ön test olarak uygulanmış ve yapılan analizler sonucunda üç şubenin de karar verme beceri puan ortalamalarının birbirine yakın olduğu gözlenmiştir. KVBT genel ortalama puanları şubelere göre sırasıyla (A şubesi $\bar{X}= 17,11$; B şubesi $\bar{X}= 16,07$; C şubesi $\bar{X}=17,9$) şeklindedir. Gruplar arasından seçkisiz atama yapılmış ve 2-A şubesi kontrol, 2-B şubesi deney olarak grubu olarak belirlenmiştir. 2-C şubesi ile de deney grubu gibi mühendislik tasarım temelli fen öğretimiyle dersler işlenmiştir. Ancak bu şube süreç içerisinde dönüt elde etmek amacıyla her dersin ve etkinliğin ön uygulamasının yapılmasında kullanılmıştır. Fen ve Teknoloji Laboratuvar Uygulamaları-II dersi 2-C şubesiyle mühendislik tasarım temelli fen öğretimine uygun işlenip uzman gözlemleri ve dönütleri ile ders içerikleri düzenlendikten sonra kontrol grubu olan 2-A şubesiyle 5E modeline uygun deney grubu olan 2-B şubesiyle de mühendislik tasarım temelli fen öğretimine uygun olarak dersler işlenmiştir.

2-B şubesindeki öğretmen adayları KVBT ön test puanlarına göre heterojen olacak şekilde altı farklı gruba ayrılmıştır. Buna göre 27 kişilik deney grubu öğretmen adayları, 1. grup 5(beş); 2. grup 5(beş); 3. grup(5); 4.grup(4); 5.grup(4) ve 6.grup (4) kişilik gruplara ayrılmıştır.

Aşağıdaki tabloda kontrol ve deney grubuna ait bilgiler yer almaktadır:

Tablo 1

Çalışmanın Örnekleme

	Kadın	Erkek
Kontrol Grubu	27	6
Deney Grubu	25	2
Toplam	52	8

3.3. Çalışma Grubu

Bu araştırmanın nitel bölümünde çalışma grubu, amaçlı örnekleme yöntemlerinden maksimum çeşitlilik ile belirlenen 6 öğretmen adayından oluşmaktadır. Maksimum çeşitlilik küçük bir örneklem üzerinden çalışılan konu üzerinde bireylerin çeşitliliğini sağlamaktır (Yıldırım & Şimşek, 2013). Odak grup görüşmelerine katılan altı öğretmen adayı, KVBT ön test ortalama puanlarına göre belirlenen altı heterojen grubun her birinden gönüllülük esasına dayalı olarak seçilmiştir. Çalışma grubunu oluşturan öğretmen adaylarının özellikleri Tablo.2'deki gibidir.

Tablo 2

Çalışma Grubu

Katılımcı	Bölüm	Sınıf	Cinsiyet	Grubu	KVBT Ön test Ortalama Puanları
Ö1	Sınıf Eğitimi	2	Kadın	1.Grup	0,81
Ö2	Sınıf Eğitimi	2	Kadın	2.Grup	0,50
Ö3	Sınıf Eğitimi	2	Kadın	3.Grup	0,30
Ö4	Sınıf Eğitimi	2	Kadın	4.Grup	0,63
Ö5	Sınıf Eğitimi	2	Erkek	5.Grup	0,44
Ö6	Sınıf Eğitimi	2	Kadın	6.Grup	0,72

Araştırmanın katılımcıları belirlenirken uygulamanın yapılacağı üniversitenin Eğitim Bilimleri Enstitüsü ve Etik Kurulundan gerekli izinler alınmış olup öğretmen adayları gönüllülük ilkesi doğrultusunda çalışmaya katılmışlardır. Etik kurul izni EK1’de sunulmuştur.

3.4. Araştırmacının Rolü

Araştırmacı, karma yöntemle göre dizayn edilen bu çalışmayı yürütebilmek için doktora ders aşamasında çalışma sahasına uygun olarak yeterliklerini artırmaya yönelik faaliyetlerde bulunmuş ve kendini yetiştirmiştir. Araştırmacı doktora eğitiminde zorunlu olan “Bilimsel Araştırma Yöntemleri” dersine ek olarak, nicel ve nitel süreçlere uygun veri elde etmek ve bunları analiz etmek için; SPSS programının kullanımını da içeren “Fen Eğitimi Araştırmalarında Kullanılan Nicel Araştırma Yöntemleri”, “Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Teknikleri ve Uygulamaları” ve “NVİVO ile Nitel Veri Analizi” derslerini almıştır. Ayrıca araştırmacı, TÜBİTAK tarafından desteklenen “Alan Uzmanlarıyla Nitel Temelli Araştırmalara Yolculuk-III” (EK 3) ve 2237 Bilimsel Eğitim Etkinliklerini Destekleme Programı kapsamında “Başarı Testi Nasıl Geliştirilir? Farklı Ölçme Kuramlarına Göre Tüm Yönleriyle Başarı Testi Geliştirme” (EK 4) gibi çeşitli bilimsel projelere de katılmıştır. Araştırmacı STEM eğitim yaklaşımının kuramsal ve uygulamalı temellerini öğrenmek için İstanbul Aydın Üniversitesi tarafından düzenlenen 40 saatlik “STEM Öğretmeni” eğitim programına katılarak sertifika almıştır (EK 5). Bu eğitim programına araştırmacının danışmanı Prof. Dr. Rabia SARIKAYA’ya da katılarak araştırmacıya rehberlik etmiş ve gözlemlerde bulunmuştur. Bunların dışında, araştırmacı Orta Doğu Teknik Üniversitesi Sürekli Eğitim Merkezi “Eğitimde Yeni Bir Yaklaşım: STEM Eğitimi” başlıklı seminerlere katılmıştır (EK 6). Ayrıca, 17. Uluslararası Sınıf Öğretmenliği Sempozyumunda Prof. Dr. Rabia SARIKAYA ile birlikte “Sınıf Öğretmenleri İçin STEM Eğitimi” başlıklı atölye çalışması yürütülmüştür (EK 7).

3.5. Veri Toplama Araçları

3.5.1. Karar Verme Beceri Testi

Araştırmanın nicel sürecinde kullanılan veri toplama araçlarından biri, Ercan ve Bozkurt (2014) tarafından ortaokul düzeyindeki öğrenciler için geliştirilmiş olan Karar Verme Beceri Testi (KVBT)'dir. KVBT öğretmen adaylarının gerçek yaşam durumlarında çoklu kriterleri esas alarak karar verme becerilerinin ölçülmesi amacıyla kullanılmaktadır. KVBT'deki maddelerde, karar verme sürecinde birçok kriterin ele alınıp, farklı alternatiflerle değerlendirilmesine fırsat sağlayan gerçek yaşamdan kesitler sunulmuştur. Bu doğrultuda testte ölçülmek istenen asıl özellik, bireylerin farklı kriter ve farklı alternatiflere göre değerlendirmelerde bulunarak en iyi çözümü seçebilmeleri ve bu seçimleri hangi kriterlere göre yaptıklarını açıklayabilmeleridir. İlk olarak ortaokul öğrencileri için geliştirilen bu test daha sonra Bozkurt (2014) tarafından öğretmen adayları için revize ederek geçerlik ve güvenirlik çalışmaları yapılmıştır. KVBT çoktan seçmeli 11 sorudan oluşmaktadır. Her sorunun bir doğru yanıtı bulunmaktadır. Testte ölçülmek istenen özellik ile ilgili belirli kriterleri esas alarak doğru yanıtı bulmaya yönelik maddeler yer almaktadır. Maddelerin tamamı kullanıldığında testin ortalama gücü 0,52'dir. Testte 3 zor, 3 kolay ve 5 orta güçlükte soru bulunmaktadır. KVBT'nin uygulandığı bu çalışmadaki örneklem için KR-20 iç tutarlık katsayısının 0,71 olması nedeniyle KVBT'nin geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olduğu söylenebilir. Bu çalışmada üçüncü sınıf öğretmen adaylarıyla yapılan pilot çalışmanın sonuçları analiz edildiğinde KR-20 güvenirlik katsayısının 0,59 olduğu görülmüştür. Güvenirlik katsayısının 0,50 ve 0,80 aralığında olması nedeniyle KVBT'nin orta derecede güvenilir olduğu söylenebilir (Salvucci, Walter, Conley, Fink & Saba, 1997).

Testte yer alan sorulardan ilk üçü ve puanlanması örnek teşkil etmesi açısından Şekil 12'de gösterilmiştir:

1., 2. ve 3. Soruları çözmek için aşağıda yer alan bilgilere ihtiyaç duyulacaktır.

Sinop ilçe merkezinde bir ilköğretim okulunda öğrenci olan Serkan'ın babası Yakup Bey bir kırtasiye açmayı planlamaktadır. Kırtasiyeyi açmak için kendisine 6 yer seçeneği belirlemiş ve bunları şöyle sıralamıştır.

- Okullar Caddesi
- İtfaiye Caddesi
- Zeytinlik Yolu
- Korucuk-Fakülte Yolu
- Okulaltı Sokak
- Gelincik Mahallesi Yolu

Yakup Bey belirlediği 6 seçenekten birine karar vermek için oğlu Serkan ile birlikte, seçeneklerin önemini belirleyen bazı ölçütler çıkartmış ve aşağıdaki tabloya aktarmışlardır.

Seçenekler Ölçütler	Ada Mahallesi	İtfaiye Caddesi	Zeytinlik Yolu	Korucuk-Fakülte Yolu	<u>Okulaltı</u> Sokak	Gelincik Mahallesi Yolu
Rekabet Şartları	8	6	8	8	4	7
Merkeze Yakınlık	4	9	7	3	6	6
Yakınında Okul Bulunma	6	7	6	5	6	7
<u>Dükkan</u> Kiraları	6	4	7	6	5	7
Uygun Genişlikte <u>Dükkan</u> Bulabilme	4	3	4	4	3	6

- Tabloda verilen ölçütler ile ilgili puan uygulaması **10 puan üzerinden** yapılmıştır.
- Bir ölçüte yönelik **yüksek puana sahip olan seçenek kırtasiye açmak için en uygun, düşük puana sahip olan seçenek ise daha az uygundur.** Örneğin dükkan kiralari kriteri için 10 puan kiranın çok uygun olduğunu, 1 puan kiranın uygun olmadığını göstermektedir.

Şekil 12. Karar verme testi örnek sorular

Bu şekle bağlı üç soru bulunmaktadır. Soru kökünde soruyu cevaplayabilmek için gerekli bilgilendirmeler yapılmıştır.

1. soruda rekabet şartlarına önem verip ardından diğer ölçütleri değerlendirmeye dâhil eden birinin hangi yer şartlarını tercih etmesinin bekleneceği sorulmaktadır. Soruyu cevaplayacak olan kişinin öncelikle şekli iyi incelemesi sayısal verileri doğru yorumlaması, rekabet şartlarını göz önüne alarak diğer şartları da düşünmesi ve bu şekilde yorumlaması gerekmektedir. Cevap için altı farklı seçenekten birinin seçilmesi beklenmektedir.

2. soru için dükkân kiralari ve yakınında okul bulunma ölçütlerinin diğer kriterlerden daha önemli olduğunun belirtildiği bir kişinin babasına dükkân seçerken hangi caddeyi tercih

etmesi gerektiği sorulmaktadır. Burada birden fazla kriterin birlikte düşünölüp yanıtlanması gerekmektedir.

3. soruda, ölçütlerle ilgili gerçekleştirilen puanlamada 1-4 arası puanlar başarısız, 5-7 arası puanlar kabul edilebilir ve 8-10 arası puanlar çok başarılı olarak değerlendirildiğinde, tüm kriterleri göz önünde bulunduran kişinin kırtasiye için hangi yeri tercih etmesi gerektiği sorulmaktadır. Bu soruda daha fazla kriter ve özelliğe dikkat edilmesi gerekmektedir.

Benzer şekilde diğer sorularda da günlük hayattan örnekler üzerinde soru öbeğindeki verilerin istenen kriterlere ve alternatiflere göre değerlendirilmesi ve seçim yapılması istenmektedir. Soru dağılımlarının madde güçlük indeksleri incelendiğinde kolay ve ayırt ediciliği yüksek, orta güçlükte ve ayırt ediciliği çok yüksek, zor ve ayırt ediciliği çok yüksek maddelerden oluştuğu görülmektedir. KVBT’de yer alan sorular EK 8’de belirtilmektedir.

3.5.2. Bilimsel Yaratıcılık Testi

Bilimsel Yaratıcılık Testi (BYT), bilimsel yaratıcılık modeli esas alınarak geliştirilmiştir. Bu model; süreç (hayal etme, düşünme), karakter (akıcılık, esneklik, özgünlük) ve ürün (teşvik ürün, fen bilgisi, fen olgusu, fen problemi) gibi üç ana boyuttan oluşmaktadır. Bilimsel yaratıcılık boyutunun 24 hücreyi temsil eden bir yapı olduğu daha önce Şekil 8’ de gösterilmiştir. BYT’nin ilk hali, bu 24 hücrenin her birinden iki soru olacak şekilde toplam 48 soru olarak hazırlanmıştır. Daha sonra Çin’deki 50 fen bilgisi araştırmacısı bu soruları incelemiştir. Soru sayısı uzman görüşlerine göre dokuza indirilmiştir. Bu haliyle testin ilk taslağı, Londra’daki 60 ortaokul öğrencisine uygulanmıştır. İki sorunun çok zor olduğu varsayılarak test yedi soru ile nihai halini almıştır. Daha sonra bu test 160 ortaokul öğrencisine uygulanarak testin alfa güvenirliği 0,89 olarak hesaplanmıştır. Türkçe’ye Kadayıfçı (2008) tarafından uyarlanan test 9. sınıfta okuyan 57 öğrenciye uygulanmış ve yapı geçerliği için yapılan faktör analizi sonucunda maddelerin faktör yükleri 0,30’dan fazla ve güvenirlik katsayısı 0,73 olarak hesaplanmıştır. BYT’nin

güvenirlik katsayısı; Demirhan (2015) tarafından 88 fen bilgisi öğretmen adayıyla yürütülen çalışmada 0,70; Hacıoğlu (2017) tarafından 68 öğretmen adayıyla yürütülen çalışmada 0,70 olarak hesaplanmıştır. Bu çalışmanın katılımcılarına uygulanan BYT'nin Cronbach alfa güvenirlik katsayısı ise 0,89 bulunmuştur. Bu sonuçlar BYT'nin geçerli ve güvenilir olduğunun göstergesidir.

Testteki birinci soru alışılmadık kullanımları açığa çıkarmak, ikinci soru problemi keşfetmek, üçüncü soru ürün geliştirmek, dördüncü soru bilimsel imgelem, beşinci soru problemin çözümü, altıncı soru fen deneyleri ve yedinci soru ürün tasarımı ile ilgilidir.

1. *Soru/Değişik (Alışılmadık) Kullanımlar: Bir parça camın mümkün olan bilimsel amaçlı kullanımlarını yazınız. Örneğin, bir test tüpü yapılabilir. (İlk dört sorunun puanlaması aynı şekildedir.)*

Birinci görev alışılmadık kullanımlar ile ilgilidir. Torrance (1962)'ın Olağandışı Test modeline dayandırılmıştır. Burada bir nesneyi bilimsel bir amaç için kullanmanın akıcılığını, esnekliğini ve orijinalliğini ölçmek için tasarlanmıştır. Ürün boyutunda; (bilim bilgisi) X özellik boyutunda: (akıcılık, esneklik ve özgünlüğü) X işlem boyutunda, (düşünme) olacak şekilde 24 hücreden 3'ünü kapsamaktadır.

Sorunun Puanlaması:

Verilen her bir cevaba 1 puan (akıcılık),

Yapılan her bir değişik uygulama için +1 puan (esneklik)

%5'den az kişide görülen her bir cevap için +2 puan (%5-%10 arası için) +1 puan

(özgünlük) puanı verilmektedir.

Esneklik Puanı: 1- Alet/ 2- Deney Malzemesi/ 3-Bilim Dalı/ 4-Deney Yapmak/ 5-Labaratuar Malzemesi/ 6- Eşya (sağlıkla ilgili-günlük hayatla ilgili uygulamalar) şeklinde gruplandırılmıştır.

2. *Soru/Problemi Keşfetme (Bulma)*: Eğer uzayda yolculuk etmek için bir uzay gemisine sahip olsanız ve bir gezegene gitseniz, araştırma yapmak için ne gibi bilimsel sorularınız olurdu?

Örneğin, “gezegende hiç yasayan varlık var mı?”

İkinci görevde, fen problemlerine karşı gösterilen hassasiyet ölçülür. Özellik boyutunda (akıcılık, esneklik, özgünlük) X işlem boyutunda (düşünme ve hayal etme) olacak şekilde 6 hücreyi kapsamaktadır.

Sorunun Puanlanması: Birinci sorudaki gibidir.

Esneklik Puanı: 1-Yaşam ile ilgili / 2-Gezegen yapısı ile ilgili / 3-Araştırma yapmaya yönelik / 4-Gezegene ait kurallar/ 5-Uzay ile ilgili şeklinde gruplara ayrılmıştır.

3. *Soru/Ürün Geliştirme*: Normal bir bisikleti daha ilginç, daha kullanışlı ve daha güzel yapabilecek mümkün düzeltmeleri düşününüz.

Örneğin, lastiklere parlatici yapılabilir böylece gece görülebilir.

Bilimsel yaratıcılık modeline göre teknik bir ürün yaratıcılıkta oldukça önemlidir. Buradaki üçüncü görevde de teknik bir ürün geliştirmeye yönelik yetenekler ölçülmektedir. Özellik boyutunda (akıcılık, esneklik ve özgünlük) X işlem boyutunda (düşünme, hayal gücü) olacak şekilde altı hücreyi kapsamaktadır.

Sorunun Puanlanması: Birinci sorudaki gibidir.

Esneklik Puanı: 1-Güvenlik/ 2-Kullanışlılık/ 3- Enerji Üretimi/Dönüşümü/ 4- Konfor/ 5-Farklı İşlev şeklinde gruplandırılmıştır.

4. *Soru/Bilimsel İmgelem (Hayal Gücü)*: Yerçekiminin olmadığını düşününüz ve dünyanın nasıl bir yer olabileceğini tarif ediniz. *Örneğin, insanlar uçabilirdi.*

Dördüncü görev, öğrencilerin bilimsel hayal gücünü ölçmektir. Özellik boyutunda (akıcılığı, esnekliği ve özgünlük) olacak şekilde üç hücreyi kapsamaktadır.

Sorunun Puanlanması: Birinci sorudaki gibidir.

Esneklik Puanı: 1-Olumsuzluklar/ 2-Havada Ulaşım/ 3-Genel Yaşam Düzeni/ 4-Uzayda Hayat/ 5-Yaşamsal Faaliyetler-Fiziksel Olay/ 6-Biyolojik Olaylar şeklinde gruplandırılmıştır.

5. *Soru/Problem Çözümü:* Bir kareyi eşit dört parçaya bölmek için mümkün metotlar kullanınız.

Cevabınızı buraya çiziniz.

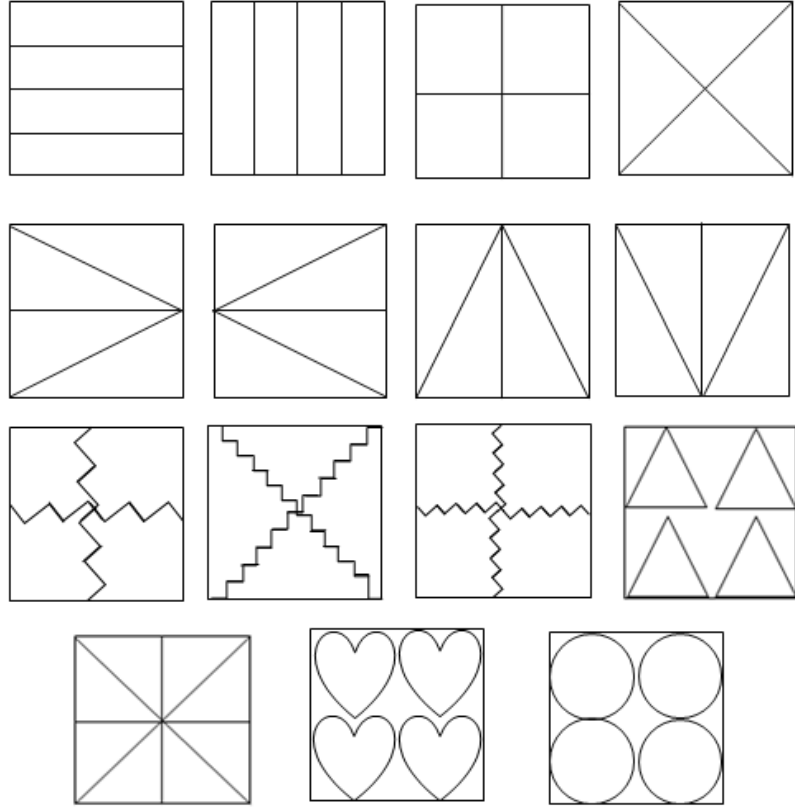
Sorunun Puanlanması:

%5'den daha az kişide rastlanan her bir cevap için 3 puan

%5-%10 arası için 2 puan

%10'dan fazla için 1 puan (akıcılık ve özgünlüğün birleşimi) şeklinde puanlanmaktadır.

Beşinci görev, bilimsel bir problemi çözmektir. Ürün boyutunda (bilimsel problem) X özellik boyutunda (akıcılık, esneklik ve özgünlük) olacak şekilde dört hücreyi kapsamaktadır. Sınıf öğretmeni adaylarının bu sorunun cevabına yönelik çizimleri Şekil 13'de yer almaktadır.



Şekil 13. Bir kareyi dört eşit parçaya bölen modeller

6. *Soru/Problem Çözümü:* İki çeşit peçete var. Hangisinin daha iyi olduğunu nasıl test edersiniz? Lütfen mümkün olan metotları kullanabileceğiniz aletleri, prensipleri ve basit prosedür ile birlikte yazınız.

-Altıncı görevde, yaratıcı deneysel yetenek değerlendirilmektedir. Geçek dünyadaki bilimsel yaratıcı etkinliklerle gerçek bilimsel ürünler üretmeleri sağlanmalıdır. Ürün boyutunda (bilimsel olgu) X özellik boyutunda (esneklik, özgünlük) X süreç boyutunda (düşünme) olacak şekilde iki hücreyi kapsamaktadır.

Sorunun Puanlanması:

Kişiler tarafından verilen her bir metot için en fazla 9 puan olacak şekilde (aletler için 3, prensip için 3, prosedür için 3 puan),

Eğer bir cevap iki mükemmel metodu içeriyorsa toplamda 18 puan,

Ek olarak tüm cevapların %5'inden az olan metotlara 4 puan, %5-%10 arasında 2 puan verilmektedir.

Bu sorunun cevabında önemli olan özgünlüktür. Özgün cevaplara daha fazla puan verilir.

Bu soru ile ilgili cevaplarda, peçeteye su döküp emiciliğine bakmak, dokunarak kalınlığını test etmek, çekerek yırtılabilirliğine bakmak, çocuk bezine koyarak emiciliğine bakmak, bardak üzerine gererek yırtılabilirliğine bakmak, gazlı içecek dökerek emiciliğini test etmek, rüzgâra bırakarak ve toprağa gömerek dayanıklılığını test etmek gibi cevaplarla karşılaşmıştır.

7. *Soru/Fen Deneyi:* Lütfen bir elma toplama makinesi tasarlayınız. Resmini çiziniz, makinenize isim veriniz ve her bir parçasının fonksiyonunu belirtiniz.

Yedinci ve son görev ise, yaratıcı bilim ürünü tasarlama yeteneğini ölçmektedir. Ürün boyutunda (teknik ürün) X özellik boyutunda (esneklik, özgünlük) X süreç boyutunda (düşünme ve hayal gücü) olacak şekilde dört hücreyi kapsamaktadır.

Sorunun Puanlanması: Oluşturulacak makinenin her bir ayrı fonksiyonuna 3'er puan verilmektedir. Ayrıca, kapsamlı şekilde genel izlenime dayalı olarak 1-5 arası özgünlük puanı verilmektedir.

Kontrol ve deney grubundaki öğrencilerin bilimsel yaratıcılık testi soruları ve katılımcıların bu testten aldıkları ön test- son test puanları EK 9 ve EK 10'da verilmiştir. Veri toplama araçları için gerekli alınan izinler EK 2'de bulunmaktadır.

3.5.3. Haftalık Mühendislik Tasarım Süreç Formu

Öğretmen adaylarının ilkökul dördüncü sınıf fen bilimleri dersi kazanımlarının yer aldığı öğrenme alanlarını içeren altı tasarım sürecini tamamlamışlardır. Uygulamaların başında deney grubundaki öğretmen adaylarından KVBT ortalama puanları esas alınarak, her

grupta farklı ortalama puanları almış olan kişilerin olmasına dikkat edilerek, altı heterojen grup oluşturulmuştur. 27 kişiden oluşan deney grubu birinci grupta dört kişi, ikinci grupta beş kişi, üçüncü grupta beş kişi, dördüncü grupta dört kişi, beşinci grupta dört kişi ve altıncı grupta beş kişi olacak şekilde altı gruba ayrılmış ve öğretmen adayları dönem boyunca aynı grup üyeleriyle çalışmışlardır. MTTFÖ sürecinde öğretmen adaylarına her öğrenme alanı ile ilgili belirlenen kazanımlardan yola çıkılarak günlük hayat problemleri verilmiştir. Her gruptaki öğretmen adayları kendilerine verilen probleme önce bireysel çözüm önerileri bulmuşlar ve bireysel çözümleriyle ilgili araştırmalarını grup arkadaşlarına sunmuşlardır. Daha sonra bütün fikirler problemin kriter ve sınırlılığının yer aldığı karar verme matrisine yerleştirilerek grupça uygun olan çözüm önerisine karar verilmiştir. Çalışma grubuna, tasarım ile ilgili gerekli araştırmalar yapmaları için belirli bir süre tanınmıştır. Bu esnada uzman, internet, kütüphane gibi kaynaklardan araştırma yapmalarına izin verilmiştir. Gruplar tasarımın ayrıntılarını belirlendikten sonra, prototip çizimini gerçekleştirmişlerdir. Ardından ürünün elde edilmesi için gereken malzemeler kullanılarak prototipin inşası yapılmış ve ürün sunuma hazır hale gelmiştir.

MTTFÖ sürecinde her proje için tüm gruplar bireysel ve grup çalışma etkinliklerinin yer aldığı EK 11'deki "Mühendislik Tasarım Süreç Formu"nu tamamlamışlardır. Bu formlarda sürecin tamamını yansıtan, ürünlerin 3D çizim programıyla veya elle çizilmiş olan prototip çizimleri de yer almaktadır. Ürünler hazır hale geldiğinde her gruba belli bir süre verilerek ürün sunumu yaptırılmış ve ürünler test edilmiştir. Hatalı olan ya da çalışmayan ürünlerin neden çalışmadığı sorgulanmış ve hatalı ürünlerin revize edilmesi sağlanmıştır. Periyodik olarak her tasarım sonrası gruplardan toplanan "Mühendislik Tasarım Süreç Formları" araştırmacı tarafından haftalık olarak puanlanmıştır. Bu raporların puanlanmasında mühendis ve bilim insanlarının havacılık ve uzay bilimi ile ilgili araştırmalar yaptığı, NASA (2015) Glenn Research Center (GRC)'de mühendislik eğitiminde kullanılan mühendislik tasarım sürecini değerlendirme rubriği (Challenge

Rubric)’den yararlanılmıştır. EK 12’de yer alan mühendislik tasarım süreç rubriği Uzel (2019) tarafından Türkçe’ye çevrilmiştir.

3.5.4. Odak Grup Görüşmesi

Deney grubunda oluşturulan altı farklı grubun her birinden seçilen birer kişi olmak üzere toplamda altı kişiden oluşan bir ekiple süreç başında, ortasında ve sonunda olmak üzere toplamda 3 defa, 65, 67 ve 70 dakikalık odak grup görüşmeleri gerçekleştirilmiştir. Bu görüşmelerdeki amaç derinlemesine nitel veri toplamaktır. Odak grup görüşmeleri için hazırlanan yarı yapılandırılmış sorular ilgili literatür incelendikten sonra, pilot çalışmadaki öğretmen adaylarının görüşleri ve uzman görüşleri dikkate alınarak son halini almıştır. Görüşmeler araştırmacının çalışma odasında gerçekleştirilmiştir. Ses kaydı alınan görüşmelerde kayıt için katılımcıların onayları alınmıştır. Görüşmeler sırasında uzman görüşü alınarak hazırlanan yarı yapılandırılmış sorular araştırmacı tarafından grup üyelerine sorulmuş ve farklı fikirlerin açığa çıkarılması için tüm grup üyelerinin konuşması teşvik edilmiştir. Görüşmeler sırasında öğretmen adaylarının fikirlerini rahatça söyleyebilecekleri, gerektiğinde fikirlerini tartışabilecekleri özgür bir ortamın oluşturulmasına dikkat edilmiştir. Görüşmeler boyunca MTTFÖ sürecindeki karar verme durumları, ürettikleri olası çözüm yolları, sürecin genel değerlendirilmesi, STEM etkinlikleri, süreçteki yetersizlikler ve sürecin işlerliği açısından öneriler konuşulmuştur. Görüşmelere katılan altı öğretmen adayı *Ö1*, *Ö2*, *Ö3*, *Ö4*, *Ö5* ve *Ö6* şeklinde kodlanmıştır. Çalışmanın nitel bulguları kısmında öğretmen adaylarının görüşlerinden alıntılar yapılırken bu kodlardan yararlanılmıştır. Yarı yapılandırılmış odak grup görüşme soruları EK 13’de sunulmuştur.

3.6. Araştırma Süreci

3.6.1. Nicel Araştırma Süreci

Bu araştırma, 2017-2018 eğitim-öğretim yılı bahar yarıyılında Ankara’da bir devlet üniversitesinin eğitim fakültesi sınıf eğitimi anabilim dalı ikinci sınıfında öğrenim gören öğretmen adaylarıyla “Fen ve Teknoloji Laboratuvar Uygulamaları-II” dersinde yürütülmüştür. Dersler kontrol ve deney grubunda 5E öğrenme modeline göre yürütülmüş olup deney grubunda 5E öğrenme modelinin derinleştirme aşamasında mühendislik tasarım temelli süreç uygulanmıştır. Bu çalışmada kontrol grubunda kullanılan 5E öğrenme modeli ders planı EK 14’de ve deney grubunda kullanılan 5E öğrenme modeli içine gömülü mühendislik tasarım temelli sürece uygun ders planı EK 15’de sunulmuştur. Deney ve kontrol grubunda kullanılan ders planları aynı olmakla birlikte iki grup arasındaki tek fark deney grubunda 5E modelinin derinleştirme aşamasında mühendislik tasarım temelli uygulamaların yapılmasıdır. Ekler bölümünde tüm ders planları paylaşılmamış olmakla birlikte diğer konulara ait tüm ders planları araştırmacıdan talep edildiği takdirde paylaşılacaktır. Ayrıca, sürecin daha ayrıntılı görülebilmesi için, “Besinlerimiz” ünitesinde deney gruplarından birine ait mühendislik tasarım süreç formu EK 16’de sunulmuştur.

Araştırmanın nicel kısmında yarı deneysel desen kullanılmıştır. Yarı deneysel desenlerde bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkenler üzerindeki etkisi incelenmektedir. Fraenkel ve Wallen (2006) yarı deneysel araştırmaların belirli bir değişkeni doğrudan etkileyebileceğini belirterek hipotezleri neden-sonuç ilişkisine göre test edebilmeyi sağladıklarından önemli araştırmalar olduğunu vurgulamaktadırlar. Değişkenler arasında neden-sonuç ilişkisi kurmak önemlidir. Bu çalışmada, yarı deneysel desenlerden ön test-son test deney kontrol gruplu seçkisiz desen kullanılmıştır. Bu desende, hazır olan gruplar belirli değişkenlerle seçkisiz olarak deney ve kontrol grubu şeklinde atanmaktadır (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz & Demirel, 2012). Büyüköztürk vd. (2012) bu

desenin uygulanan deneysel işlemin bağımlı değişkeni etkileme gücünü açığa çıkaran istatistiki verilerin değerlendirilmesi ve neden-sonuç ilişkisi kurması bağlamında güçlü bir araştırma deseni olduğunu belirtmektedir. Bu araştırmanın da nicel veri toplama sürecinde araştırmanın alt problemlerine uygun olarak “Karar Verme Beceri Testi” ve “Bilimsel Yaratıcılık Testi” ön test ve son test şeklinde uygulanarak veriler elde edilmiştir. Araştırmanın nicel kısmına ait detaylı bilgi Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3

Araştırmadaki Nicel Kurgu

Grup	Ön test	İşlem	Son test
Kontrol Grubu (Sınıf Öğretmeni Adayları)	Karar verme Beceri Testi Bilimsel Yaratıcılık Testi	5E Öğrenme Modeli	Karar verme Beceri Testi Bilimsel Yaratıcılık Testi
Deney Grubu (Sınıf Öğretmeni Adayları)	Karar verme Beceri Testi Bilimsel Yaratıcılık Testi	5E Öğrenme Modeli + STEM Eğitimi (Mühendislik Tasarım Temelli Fen Öğretimi)	Karar verme Beceri Testi Bilimsel Yaratıcılık Testi

Bu araştırmada hem deney hem de kontrol grubunda dersler 5E öğrenme modeliyle işlenmiştir. Deney grubunda 5E öğrenme modeliyle yürütülen derslerin derinleştirme aşamasında öğretmen adaylarına 2018 fen bilimleri 4. sınıf programındaki kazanımlara uygun problem durumları verilmiştir. Öğretmen adayları altı heterojen gruba ayrılmıştır. Her grup kendilerine verilen problemlere uygun çözümler bulmuş ve mühendislik tasarım döngüsünü kullanarak tasarım yapmışlardır. Bu araştırma kapsamında gruplar altı tasarım görevini 14 haftalık süre içinde gerçekleştirmişlerdir. MTTFÖ sürecinde kullanılan problem durumları Tablo 4’de verilmiştir.

Tablo 4

MTTFÖ Sürecinde Kullanılan Kazanımlar Problem Durumları

Tasarım	Ünite Adı	Konu Alanı	Kazanımlar	Problem Durumu
1	Yer Kabuğu ve Dünyamızın Hareketleri	Dünya ve Evren	- Dünya'nın dönme ve dolanma hareketleri arasındaki farkı açıklar. -Dünya'nın hareketleri sonucu gerçekleşen olayları açıklar. - Yer kabuğunun kara tabakasının kayalardan oluştuğunu belirtir. - Kayaçlarla madenleri ilişkilendirir ve kayaçların ham madde olarak önemini tartışır. - Fosillerin oluşumunu açıklar.	-“Dünya'nın hareketleri ve bu hareketlerin sonuçlarında oluşan olayların anlaşılmasını kolaylaştıracak nitelikte modelleme yapmak.” -“Fazla yağış alan bölgelerde kunduzların yaşamını kolaylaştıracak ve akarsu yatağını dengeleyecek nitelikte baraj tasarlamak.”
2	Besinlerimiz	Canlılar ve Yaşam	-Canlı yaşamı ve besin içerikleri arasındaki ilişkiyi açıklar. -Sağlıklı bir yaşam için besinlerin tazeliğinin ve doğallığının önemini, araştırmacı verilerine dayalı olarak tartışır. -İnsan sağlığı ile dengeli beslenmeyi ilişkilendirir.	- “Buzdolabının olmadığı zamanlarda insanların yiyecekleri toprağa gömerek sakladıkları bilgisi hatırlatılarak, modern çağda sebze-meyvelerin tazeliğini daha uzun süre koruyan, az maliyetli, kullanımı ve taşınması kolay olan, pratik bir buzdolabı tasarlamak.”

3	Kuvvetin Etkileri	Fiziksel Olaylar	-Kuvvetin, cisimlere hareket kazandırmasına ve cisimlerin şekillerini değiştirmesine yönelik deneyler yapar. -Mıknatısı tanır ve kutupları olduğunu keşfeder. -Mıknatısın etki ettiği maddeleri deney yaparak keşfeder. -Mıknatısların günlük yaşamdaki kullanım alanlarına örnekler verir. -Mıknatısların yeni kullanım alanlarına örnekler verir.	- “Bir köy okulunun anasınıfına düzenlenecek olan oyuncak yardımı için. Kuvvetin itme etkisinden yararlanarak, basit malzemelerle şehir cereyanı kullanmadan kısa sürede uzun mesafe alabilen bir araç tasarlamak.” - “Elektriklerin sık sık kesildiği bir köyde, pil ya da şarjlı ışık kaynakları kullanan insanlar için şehir cereyanından yararlanmadan, mıknatıs kullanarak daha tasarruflu ve pratik şekilde aydınlanma sağlayacak ışık kaynağı tasarlamak.”
4	Maddenin Özellikleri	Madde ve Doğası	-Beş duyu organını kullanarak maddeyi niteleyen temel özellikleri açıklar. - Farklı maddelerin kütle ve hacimlerini ölçerek karşılaştırır -Ölçülebilir özelliklerini kullanarak maddeyi tanımlar.	-“Bahçesinde ürettiği ürünleri satan biri için kendi imkânlarıyla ulaşılabilir malzemeden yapabileceği, hassas ve çok miktarda ölçüm yapabilen bir eşit kollu terazi tasarlamak.” -“Bir çiftçiye tarlasındaki hasat edilen buğdayların tozunu, kepeğini ve sapını ayırabilen, dayanıklı, çok miktarda ölçüm yapabilen bir araç tasarlamak.”

Aydınlatma ve Ses Teknolojileri/

Basit Elektrik Devresi

Fiziksel Olaylar

-Geçmişte günümüzde kullanılan aydınlatma araçlarını karşılaştırır.

ve

-“Şehirde meydana gelen büyük bir trafo arızası sebebiyle evlere ve işyerlerine elektrik sağlanamaması durumunda burada yaşayanların aydınlatma ihtiyacını karşılayacak kendilerinin de evlerinde kolayca yapabilecekleri, birkaç gün için idare edebilecek aydınlatma araçları tasarlamak

-Gelecekte kullanılabilecek aydınlatma araçlarına yönelik tasarım yapar.

-Şehir suyunun olmadığı kuyudan evlere tulumbayla su çekilen küçük bir yerleşim bölgesinde akşamları bahçede ışık olmadığında da kuyudan su çekilmesini sağlayan, kuyunun suyunu çekerken elektrik enerjisi üretebilen ve bu sayede kuyunun içini ve etrafını aydınlatabilecek maliyeti düşük bir aydınlatma aracı tasarlamak.”

Uygun aydınlatma hakkında araştırma yapar.

-Geçmişte günümüzde kullanılan teknolojilerini karşılaştırır.

ve

ses

-“Günlük hayatta kullandığımız anahtar, kumanda gibi kolaylıkla kaybedebileceğimiz araçlarımızın yerini bulmamızı sağlayacak; aracın üzerine monte edilmiş ışıklandırma sistemi bulunan, cep telefonu ya da tablet ile bağlantılı, kodlama sistemiyle yönetilecek bir araç tasarlamak.”

-Basit elektrik devresini oluşturan devre elemanlarını işlevleri ile tanır.

- “Çantaların içinde kaybolan küçük eşyaların yerini bulmamızı sağlayacak eşyanın üzerine monte edilmiş ışıklandırma sistemi bulunan, cep telefonu ya da tablet ile bağlantılı, kodlama sistemiyle yönetilecek bir araç tasarlamak.”

-Çalışan bir elektrik devresi kurar.

6	İnsan ve Çevre	Canlılar ve Yaşam	-Kaynakların kullanımında tasarruflu davranmaya özen gösterir. -Yaşam için gerekli olan kaynakların ve geri dönüşümün önemini fark eder.	-“Geleceğin teknolojik ürünlerine katkı sağlayan bir araştırmacı olarak, tablet, cep telefonu ya da bilgisayarınızla bağlantı kurarak, uzaktan yönlendirebileceğiniz bir sistem üzerinden kodlama yaparak, ses ya da ortam ısıyla komut verebileceğiniz ve hayatınızı kolaylaştıracak bir ürün tasarlamak.” - “Şehirlerde yağışların ardından meydana gelen taşkınlara çözüm olacak, yağmur sularının çatıdan yavaşça süzülmesini sağlayan borulardaki arıtma mekanizmasıyla duru su elde edilebilen ve fazla suyu doğru şekilde tahliye edebilen akıllı çatı sistemi tasarlamak.” - “Artan nüfus ve sanayileşme faaliyetleri sonucunda tükenecek olan kaynakları korumak için, yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanarak enerji üretebilen hatta bunu depolayan bir sistemle çalışan herkesin kolaylıkla ulaşıp, pratik bir şekilde kullanacağı bir mekanizma tasarlamak.”
---	----------------	-------------------	--	---

3.6.2. Nitel Araştırma Süreci

Bu çalışmanın nitel olarak yürütülen kısmında, nitel araştırmalarda yaygın şekilde kullanılan temel nitel araştırma deseninden yararlanılmıştır. Temel nitel araştırmalar, gözlem, görüşme veya dokümanlardan elde edilen veriler, süreci anlamaya yardımcı olacak yorumlar ve analizler elde edilmesini sağlamaktadır. Ayrıca, araştırmacının ilgilendiği alanı anlamasına ve yorumlamasına katkı sunmaktadır (Merriam, 2013). Araştırmanın bu kısmında, alt problemlere uygun olarak ölçülmeye çalışılan istatistikî sonuçları daha iyi açıklayabilmek ve öğretmen adaylarının süreci şekillendirmelerine ve değerlendirmelerine fırsat tanıyacak odak grup görüşmeleri ve haftalık doküman analizlerinden yararlanılmıştır. Bu kapsamda 14 haftalık sürecin başında ilk tasarımdan

sonra, süreç ortasında ve uygulamalar tamamlandıktan sonra üç odak grup görüşmesi yapılmıştır. MTTFÖ sürecinde öğretmen adaylarıyla yapılan odak grup görüşmelerinden elde edilen veriler içerik analizine tabi tutulmuştur. Bu içerik analizi süreci şekil 14’de gösterilmektedir.



Şekil 14. Nitel Veri Analiz Süreci

Ayrıca araştırmanın nitel sürecinde deney grubundaki öğretmen adaylarının mühendislik tasarım süreç becerilerini belirlemek amacıyla her grubun yaptığı altı farklı tasarım ve doldurdukları formlar “Mühendislik Tasarım Sürecini Değerlendirme Rubriği” ile değerlendirilmiştir. Nitel kısma ait detaylı bilgi Tablo 5’de verilmiştir.

Tablo 5

Araştırmadaki Nitel Kurgu

Deney Grubu (Sınıf Öğretmeni Adayları)	5E öğrenme modeli + STEM Eğitimi (Mühendislik Tasarım Temelli Fen Öğretimi)	
	3 adet odak grup görüşmesi	İçerik Analizi
	6 gruba ait Mühendislik Tasarım Süreç Formu Mühendislik Tasarım Sürecini Değerlendirme Rubriği (Her grubun altı tasarımdan aldıkları ortalama puan)	

3.6.3. Uygulama Süreci

Bu araştırmadaki pilotlama süreci iki gruptaki toplam sekiz öğretmen adayıyla yapılmıştır. Gruplara öncelikle STEM eğitim süreci anlatılmış daha sonra, fen bilimleri ders programında yer alan ilkokul dördüncü sınıf kazanımlarına uygun problem durumları verilerek tasarımlar yapmaları sağlanmıştır. Bu süreci araştırmacı ve uzman birlikte değerlendirmiş, öğretmen adaylarının dönütlerinden de faydalanılmıştır. Toplamda üç öğrenme alanına göre belirlenen problemlere uygun üç farklı tasarım gerçekleştirilmiştir. Çalışmalar öğretmen adaylarının ortak olarak belirlediği ders dışı bir zamanda fen laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Asıl uygulama dönemine kadar hem pilot çalışma dönütlerinden yararlanılarak hem de araştırmacı ve uzmanın birebir görüşleri ve dönütleriyle 14 haftalık ders planları ve tasarım planları hazır hale getirilmiştir.

Asıl uygulama yapılmadan bir dönem önce sınıf öğretmenliği anabilim dalı ikinci sınıf öğrencileriyle Fen ve Teknoloji Laboratuvar Uygulamaları -I dersi ilkokul üçüncü sınıf kazanımları doğrultusunda 5E öğrenme modeline göre işlenmiştir. Bu sayede çalışmaya katılacak öğretmen adayları 5E öğrenme modeline yeterince hâkim olmuşlardır. İkinci dönem ise aynı öğrencilerle Fen ve Teknoloji Laboratuvar Uygulamaları–II dersi ilkokul dördüncü sınıf kazanımları doğrultusunda yürütölmüştür. Kontrol ve deney grubndaki öğretmen adaylarıyla bu kazanımlar 5E öğrenme modeline göre işlenmiş olup, deney grubunda 5E öğrenme modelinin derinleştirme aşamasında mühendislik tasarım temelli süreç uygulanmıştır.

Uygulamanın gerçekleştirildiği 14 haftalık sürecin başında ilk derste öğrencilere mühendislik tasarım sürecinin nasıl uygulandığı araştırmacı ve uzman desteğiyle adım adım anlatılmış, bu konuyla ilgili kapsamlı olarak yürütölen literatür çalışmalarıyla derlenen sunumlar gerçekleştirilmiştir. Her iki gruba da STEM eğitim sürecinin ne olduğu, eğitimde neden olması gerektiği ve gelişim aşamalarından bahsedilerek, ders

programlarının güncellendiği ve artık ilkokul dördüncü sınıftan itibaren fen bilimleri derslerinde her üniteye mühendislik tasarım temelli uygulamaların olması gerektiği belirtilmiştir. Deney grubundaki katılımcıların tasarım sürecini daha iyi anlayabilmeleri için ayrıca bir inovasyon çalışması gerçekleştirilmiştir. Deney grubundaki öğretmen adaylarından okulda bulunan bir araç-gereci önümüzdeki 10 yıl içerisindeki teknolojik ve bilimsel gelişmeler ışığında yenilemeleri, geliştirmeleri yani revize etmeleri istenmiştir. Bunu yaparken grup üyeleri önce bireysel fikirlerini düşünüp grup arkadaşlarına sunduktan sonra grup kararı almış ve karar verdikleri ürünün prototipini çizmişlerdir. Bu inovasyon çalışmasında mühendislik tasarım döngüsünün nasıl yürütüleceği üzerinde durulmuştur. Problemi tanımlama, bununla ilgili ihtiyaçları belirleme, olası çözüm önerileri sunma, bunlardan birine gerekçeleriyle karar verme, prototip çizimi aşamasına kadar gelinmiştir. Bu uygulama daha sonraki tasarım temelli süreç için bir ön çalışma niteliği taşımaktadır. Bireysel ve grupça düşünebilmek, istenilen amaca yönelik hareket edebilmek, karar verebilmek, tasarımı ayrıntılarıyla çizebilmek, sunmak ve gerekli yerlerini düzelterek tekrar planlayabilmek gibi aşamalar bu çalışmada gerçekleştirilmiştir. İnovasyon çalışmasında prototip çizimi üzerinde çok durulmuştur. Prototip çiziminin ne olduğu, boyutlandırma ve ayrıntılandırmanın önemi vurgulanarak, daha önce yapılmış olan çizim örnekleri gösterilmiştir. Prototip nasıl çizilmeli, nelere dikkat edilmeli gibi konuların üzerinde durularak, örnekler gösterilmiştir. Prototip çiziminde teknolojiden faydalanmak için 3D (Sketch-Up) çizim programı tanıtılarak, her grupta bir bilgisayar temin edilmesi gerektiği hatırlatılarak bu çizimleri grupça okulda yapmaları sağlanmıştır.

Asıl uygulamaların başladığı ilk haftada öğretmen adayları daha önce uygulanan ön testlerin analizinden elde edilen verilere göre heterojen şekilde oluşturulmuş altı gruba ayrılmıştır. Dönem boyunca derslerde öğrenciler kendi gruplarıyla birlikte oturmuşlardır. İlk tasarım konusu olan “Yerkabuğu ve Dünyamızın Hareketleri” ünitesi hem deney hem kontrol grubunda araştırmacı tarafından 5E öğrenme modeline uygun olarak etkinliklerle işlenmiştir. Deney grubunda öğretmen adaylarına kazanımlarla ilgili problem durumları

verilerek, mühendislik tasarım döngüsüne uygun bir ürün tasarımları istenmiştir. Öğretmen adaylarının uygulama sırasında kullandıkları bilgisayar programları ve tasarım süreci ile ilgili bazı görseller (Şekil 15 ve 16)'da gösterilmektedir.



Şekil 15. Uygulama sırasında bilgisayar kullanımı ve çizimler



Şekil 16. Uygulamalar sırasındaki ürün tasarlama süreci

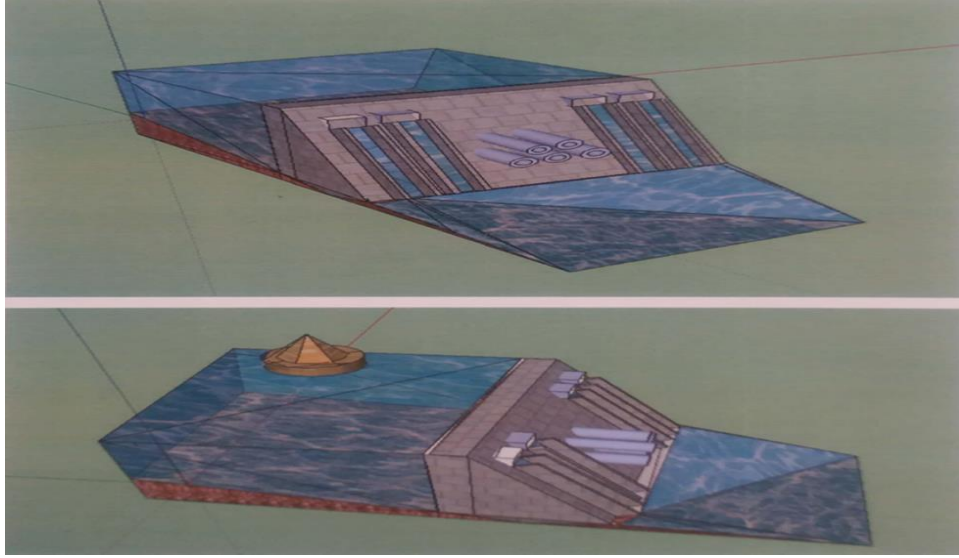
Öğretmen adaylarının ilk tasarım görevi aşağıdaki gibidir:

“Kunduzların yoğun olarak yaşadığı bir bölgede aşırı yağın yağışlar nedeniyle akarsu yatakları olduğundan fazla su taşımaktadır. Bu sebeple hayvanların kurduğu barajlar yetersiz kalmaktadır. Ayrıca, tarım alanları su altında kalarak bir kısmı da aşınmaktadır. Buna çözüm olarak, öyle setler kurulmalıdır ki kunduzların yaşamını kolaylaştırmakla birlikte akarsu yatağının akışı da dengelensin ve kunduzlar bu barajın içinde yaşayabilsin. Sizler bu barajı inşa edecek mühendisler olsaydınız nasıl bir ürün tasarladınız?”

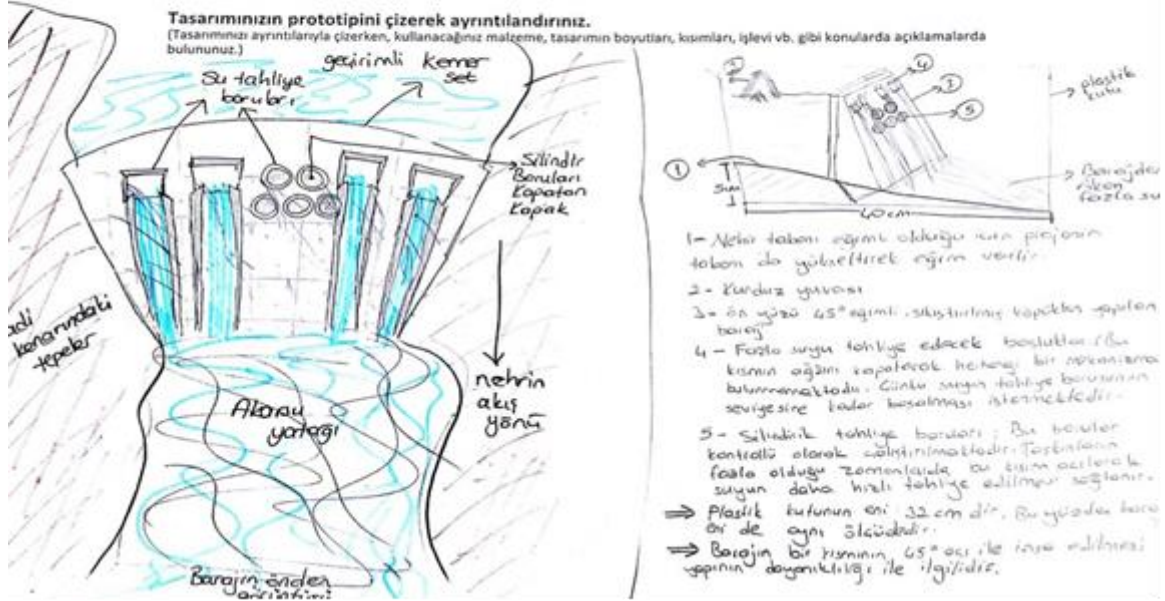
Problem verildikten sonra gruplara önce bireysel çözüm önerileri sunmaları ve bunu araştırmaları için belirli bir süre verilmiştir. Daha sonra her grup kendi içinde bireysel çözüm önerilerini tartışmış tüm grup üyelerinin fikirleri değerlendirilerek ortak bir

tasarıma karar verilmiştir. Daha sonra gruplar kararlarının bilimsel gerekçelerini belirtip, prototiplerini çizmişler ve prototip inşasına geçmişlerdir. Gruplar prototiplerin inşasından sonra yaptıkları ürünü test edip sunmuşlardır. Sınıf öğretmeni adayları daha önceden hazırladıkları prototiplerini sunduktan sonra, araştırmacı ve uzman kişi bu aşamanın iyi anlaşılması için gruplara tek tek dönüt vererek bilgilendirmişlerdir.

Prototip çizimi için daha önceden her grupta 3D çizim programının indirilmiş olduğu bir bilgisayar olması gerektiği söylenmiştir. Tekrar bazı uyarılarda bulunularak araştırmacı ve öğrenci etkileşimiyle 3D çizimler yapılmaya çalışılmıştır. Aşağıda bir grubunun baraj yapımı ile ilgili karar verdikleri tasarımlarının 3D çizim programıyla çizdikleri (Şekil 17) ve kâğıda çizdikleri prototipleri (Şekil 18) yer almaktadır.



Şekil 17. Sketch-Up programı ile 3D prototip örneği



Şekil 18. Kağıda çizilmiş prototip örneği

Prototip çiziminin ardından gereken malzemelere karar verilmiş ve o hafta ders tamamlanmıştır. Tasarımlar için gerekli malzemeler araştırmacı tarafından 04/2018-03 kodlu Gazi Üniversitesi BAP projesi kapsamında temin edilmiştir. Bir sonraki hafta öğrenciler verilen malzemeleri kullanarak prototip inşasına geçmişlerdir. Prototipler inşa edildikten sonra test edilmiş ve tasarımlar tüm sınıfa sunulmuştur. Sunum sonrasında her gruba araştırmacı, uzman ve arkadaşları tarafından dönüt verilerek tasarımların gelişmesi sağlanmıştır.

Yukarıdaki prototip çizimini gerçekleştiren grubun süreç sonunda elde ettikleri baraj ürünü Şekil 19’da yer almaktadır.



Şekil 19. Elde edilen baraj ürünü

Dersin ilerleyen aşamaları da dönem boyunca aynı şekilde sürdürülmüştür. Sınıf öğretmeni adaylarının olası çözüm önerilerine karar verirken daha iyi araştırma yapmaları için dersin bir bölümünde bilgisayar laboratuvarını, cep telefonlarını kullanmaları, kütüphaneden yararlanmaları ve gerekirse bir kısmının uzman desteğine başvurarak bireysel çözüm önerilerini düşünmelerine fırsat tanınmıştır. Çalışmanın son haftalarında teknoloji entegrasyonunu güçlendirmek amacıyla telefon ya da tablet ile uzaktan yönlendirilebilecek robotik kodlama setleri kullanılarak ürünler elde edilmiştir. Araştırmacı öncelikle kodlama ile ilgili temel bilgi verip kodlama setini öğretmen adaylarına tanıtmıştır. Daha sonra kodlama setleri her gruba dağıtılarak öğretmen adaylarının tasarımları bu setlerle yapmaları istenmiştir. Ders sürecinde yapılan tasarımlarla ilgili bazı görseller Şekil 20’de yer almaktadır.



Yer Kabuğu ve Dünyamızın Hareketleri(Baraj Yapımı)



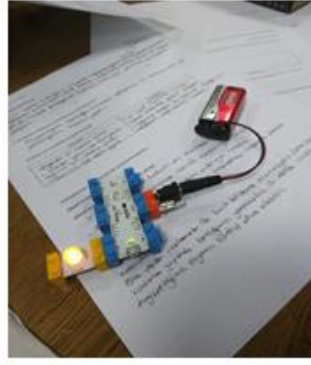
Besinlerimiz (Pratik Buzdolabı)



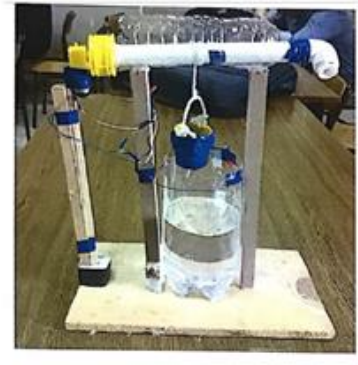
Kuvvetin Etkileri (Oyuncak Araba)



Maddenin Özellikleri (Buğday Ayırma Makinası)



Aydınlatma ve Ses Teknolojileri (Kodlama)



İnsan ve Çevre (Enerji Üreten ve Depolayan Kuyu Sistemi)

Şekil 20. Mühendislik tasarım sürecindeki tasarlanan bazı ürünler

3.7. Verilerin Analizi

Araştırmanın nicel sürecinden elde edilen verilerin analizi SPSS 22 programıyla analiz edilmiştir. Deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının mühendislik tasarım temelli fen öğretimi öncesi ve sonrası karar verme becerileri ve bilimsel yaratıcılık ortalama puanlarını hesaplamak üzere yüzde, frekans, aritmetik ortalama, standart sapma hesaplanmış ve ortalamaların ikili karşılaştırılmasında bağımsız gruplar, bağımlı gruplar t testi kullanılmıştır. Deney grubundaki öğretmen adaylarının haftalık tasarım süreç formlarından elde edilen içerikler mühendislik tasarım süreci değerlendirme rubriğine göre derecelendirilerek elde edilen veriler, tekrarlı ölçümler ANOVA ile

değerlendirilmiştir. Ayrıca kontrol ve deney grubundaki sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel yaratıcılık testi alt boyutlarından (akıcılık, esneklik, özgünlük) aldıkları ön ve son test ortalama puanları tek faktörlü MANOVA ile karşılaştırılmıştır.

Parametrik testlere ilişkin istatistiklerin yapılmasında evrenlerin normal dağılımı ve evrenlerin varyanslarının homojenliği varsayımlarının sağlanması gerekmektedir (Gravetter, 2013). Bağımsız örneklem t normallik istatistikleri ile ilgili sonuçları Tablo 6'daki gibidir.

Tablo 6

Bağımsız Gruplar T Testi Normallik Dağılım Sonuçları

	Grup	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	N	Sig.	Statistic	df	Sig.
Karar verme ön test	Kontrol Grubu	0,139	33	0,109	0,969	33	0,462
	Deney grubu	0,158	27	0,081	0,934	27	0,085
Karar verme son test	Kontrol Grubu	0,171	33	0,016	0,964	33	0,332
	Deney grubu	0,305	27	0,000	0,773	27	0,000
Bilimsel yaratıcılık ön test	Kontrol Grubu	0,089	33	0,200*	0,969	33	0,466
	Deney grubu	0,123	27	0,200*	0,951	27	0,222
Bilimsel yaratıcılık son test	Kontrol Grubu	0,185	33	0,006	0,926	33	0,026
	Deney grubu	0,176	27	0,031	0,878	27	0,004

Bağımsız gruplar t testi normallik varsayımları Shapiro-Wilk testi, Skewness-Kurtosis değerleri ve normallik histogram eğrileri ile incelenmiştir. Tablo 6'da Shapiro-Wilk testi sig değerlerinin 0,05'den büyük olduğu görülmektedir. Shapiro-Wilk testinde sig değerleri 0,05'den küçük olduğunda Tabachnick ve Fidell (2003)'e göre çarpıklık ve basıklık katsayılarının standart hatalarına bölünmesi ile elde edilen z istatistiğinin 0,05 anlamlılık düzeyinde +1,96 -1,96 arasında olması beklenir. Bu da normal dağılımın olduğunu göstermektedir. Varsyanların homejenliği varsayımı için yapılan Levene testi sonuçları ise Tablo 7'de gösterilmektedir.

Tablo. 7

Bağımsız Gruplar t Testi için Levene's Testi Sonuçları

Levene's testi		
	İstatistik	p
Karar verme ön test	0,120	0,271
Karar verme son test	0,002	0,055
Bilimsel yaratıcılık ön test	0,536	0,465
Bilimsel yaratıcılık son test	0,015	0,902

Levene testi sonuçlarına bakıldığında $p > 0,05$ olduğundan varyansların eşitliği bozulmamaktadır. $p < 0,05$ olan değerler için ise, equal variances not assumed'e karşılık gelen t değeri hesaplanmıştır (Pallant,2015).

Bağımlı gruplar T Testi normallik sonuçları Tablo 8'de belirtikmiştir.

Tablo. 8

Bağımlı Gruplar T Testi Normallik Dağılım Sonuçları

Kontrol grubu	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	İstatistik	N	p	İstatistik	N	p
Karar verme ön test	0,171	27	0,040	0,950	27	0,211
Karar verme son test	0,193	27	0,011	0,955	27	0,282
Deney Grubu						
Karar verme ön test	0,158	27	0,081	0,934	27	0,085
Karar verme son test	0,305	27	0,000	0,773	27	0,000
Kontrol grubu						
Bilimsel yaratıcılık ön test	0,077	27	0,200*	0,987	27	0,974
Bilimsel yaratıcılık son test	0,209	27	0,004	0,925	27	0,052
Deney Grubu						
Bilimsel yaratıcılık ön test	0,123	27	0,200*	0,951	27	0,222
Bilimsel yaratıcılık son test	0,176	27	0,031	0,878	27	0,004

Bağımlı gruplar t testi normallik varsayımları Shapiro-Wilk testi, Skewness-Kurtosis değerleri ve normallik histogram eğrileri ile incelenmiştir. Tablo 7’de Shapiro-Wilk testi sig değerlerinin 0,05’den büyük olduğu görülmektedir. Shapiro-Wilk testinde sig değerleri 0,05’den küçük olduğunda Tabahnick ve Fidell (2003)’e göre çarpıklık ve basıklık katsayılarının standart hatalarına bölünmesi ile elde edilen z istatistiğinin 0,05 anlamlılık düzeyinde +1,96 -1,96 arasında olması beklenir. Bu da normal dağılımın olduğunu göstermektedir.

Tekrarlı ölçümler ANOVA’nın varsayımları test edilerek dağılımın normalliği ve küresellik (sphericity) testi yapılmıştır. Haftalık olarak incelenen tasarımların normallik testi sonucunda $p>0,05$ bulunmuştur. Skewness (çarpıklık) ve kurtosis (basıklık) değerlerinin ± 1 sınırları içinde 0’a yakın olması, skewness (çarpıklık) ve kurtosis (basıklık) değerlerinin kendi standart hatalarına (Std. Error) bölünmesi ile hesaplanan çarpıklık ve basıklık indekslerinin ± 2 sınırları içinde 0’a yakın olması, normal dağılımın varlığına kanıt olarak değerlendirilmektedir. Normallik varsayımına yönelik incelemelerde betimsel (analitik) yöntemlerin, grafiksel yöntemlerle birlikte kullanılarak sonuçların birlikte değerlendirilmesi daha kesin kararlar vermemizde yardımcı olabilir. İncelenen histogram grafikleri doğrultusunda mühendislik tasarım süreci değerlendirme rubriğinin normal dağıldığı varsayılmıştır (Tan, 2016).

Mauchly’s Test of Sphericity değeri $p<0,05$ olarak tespit edilmiştir. Mauchly’s test küresellik varsayımını test etmek için kullanılır. Bu testin anlamlı bulunmaması ($p>0,05$) küresellik varsayımının sağlandığı anlamına gelir. Eğer bu varsayım sağlanmazsa Greenhouse and Geisser ve Huynh and Feldt düzeltmeleri F değeri için tercih edilmelidir. Bu durumda epsilon değerlerine bakıldığında [$\epsilon<0,75$] olduğundan Greenhouse-Geisser epsilon düzeltmesi kullanılarak serbestlik derecesinde düzeltme yapılmış olan F değeri dikkate alınmıştır (Girden, 1992, s.20-21). Böylece tekrarlı ölçümler ANOVA’nın varsayımları sağlanmıştır.

Tek faktörlü MANOVA analizi varsayımları incelendiğinde;

1. Örneklem büyüklüğü olarak bağımsız değişkenlerin iki düzeyi (deney/kontrol grubu) ve her biri için üç bağımlı değişken (akıcılık, esneklik ve özgünlük) bulunmaktadır.
2. Her bir örneklemde 20'den fazla kişi olması sağlamlığı garanti etmektedir (Tabachnick & Fidell, 2013, s.253).
3. Tek yönlü uç değerler analizi yapıldığında standart Z puanına dönüştürülmüş veriler %99 ortalamadan +3 ile -3 standart sapma arasında olduğundan normal dağılım göstermektedir (Çokluk, Şekercioğlu & Büyüköztürk, 2012).
4. Çok değişkenli normalliğin test edilmesi için tutucu bir analiz için 0,01 anlamlılık düzeyinde Mahalanobis uzaklıkları belirlenmiştir (Büyüköztürk, 2005, s.99). Buna göre değerler kritik değerler içinden çıkarılmıştır.
5. Bağımlı değişkenler arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki vardır (akıcılık ile esneklik arasında, $r=0,709$, $p<0,01$; akıcılık ile özgünlük arasında $r=0,808$, $p<0,01$; esneklik ile özgünlük arasında $r=0,434$, $p<0,01$).
6. Levene's testi sonuçlarına göre hata varyansları homojendir. Varyansların homojenliğini sağlamak için, alfa düzeyi 0,01 olarak değerlendirilebilir (Tabachnick & Fidell, 2013, S.86).
7. Box's test 0,01'den küçüktür. Ancak Hair, Black, Babin ve Anderson (2010) grup sayılarının birbirine yakın olması ve büyük grup sayısının küçük grup sayısına bölünmesiyle elde edilen sonucun $<1,5$ olmasının kabul edileceğini ifade etmektedir. Bu çalışmada da büyük grup sayısı /küçük grup sayısı 1,3 olarak bulunduğu için tek faktörlü MANOVA analizinin yapılması uygun görülmektedir.

Deney grubundaki öğretmen adaylarıyla yapılan odak grup görüşmelerinden elde edilen nitel verilerin değerlendirilmesinde içerik analizi kullanılmıştır. İçerik analizinde, kelimelerin, kavramların, kavram gruplarının anlamları ve bunlar arasındaki ilişkileri belirlenip analiz

edilerek metnin amacıyla ilgili çıkarımlarda bulunmaktadır (Büyüköztürk vd., 2012). Odak grup görüşmeleri Nvivo 12 Plus programıyla transkript edilerek kodlanmıştır. Odak grup görüşmelerinin analizi sürecinde araştırmacı ile uzman kişi süreç boyunca kodlar hakkında fikir alışverişi yapmışlardır. Araştırmada kullanılan nitel veri analizi Tablo 9'daki örnek kod-tema listesi gibi içerik analizine uygun olarak analiz edilmiştir.

Tablo 9

Nitel Veri Analizinde Karar Verme Süreci İle İlgili Örnek Kod-Tema Listesi

Kod	Kategori	Tema
Makale okumak Mevcut fikri aynen kullanmak Mevcut fikirleri değiştirmek Video izlemek	İnternet	Karar Verme Sürecinde Başvurulan Kaynaklar
Öğretmen Öğretim Elemanı Lisans Öğrencisi İnşaat Mühendisi Elektrik-elektronik Mühendisi Tekniker	Uzman Kişiler	
Kitap okumak Kitaplara başvurmak	Kitaplar	

Araştırmanın nitel bulgularında ihtiyaç duyulan yerlerde analizi kontrol etmek amacıyla güçlü kanıtlar elde etmek için, odak grup görüşmelerinden elde edilen veriler ile mühendislik tasarım süreç formlarından elde edilen veriler harmanlanarak sunulmuştur. BYT ve mühendislik tasarım süreç değerlendirmesi işlemlerinde verilerin yüzde 20'si iki farklı kodlayıcı tarafından birbirinden bağımsız şekilde kodlanmıştır. Böylece kodlayıcılar arası güvenilirlik hesaplanmıştır. Kodlayıcı güvenilirliğini sağlamak için, iki farklı kodlayıcının kodladıkları Miles ve Huberman (1994) güvenilirlik formülü [$\text{Güvenirlik} = \frac{\text{Görüş Birliği}}{(\text{Görüş Birliği} + \text{Görüş Ayrılığı}) \times 100}$] ile hesaplanmıştır.

3.8. Geçerlik ve Güvenirlik

Eğitimin hedeflediği amaçları gerçekleştirmek için kullanılacak olan veri toplama araçlarının etkililiğini belirlemek için geçerlik ve güvenirlik kavramları oldukça önemlidir. Bu araştırmada veri toplama ve analiz sürecinin sağlıklı yorumlanması için nicel-nitel verilerin elde edilme süreçlerinde geçerlik ve güvenirlik çalışmaları yapılmıştır.

3.8.1. Nicel Araştırma Bakış Açısıyla Geçerliği Sağlamaya Yönelik Prensipler

Nicel araştırmalarda geçerlik testin ölçmek istediği özelliği başka özelliklerden ayırt ederek ölçebilme derecesi olarak tanımlanmaktadır. Bilimsel araştırmalarda iç geçerliği sağlamak için doğru ve tutarlı verileri elde etmek oldukça önemlidir. Nicel araştırmalarda, bağımlı değişkendeki değişikliklerin bağımsız değişkenle açıklanma derecesi olan iç geçerliğin sağlanması gerekmektedir. Bunun için çalışma grubunun seçilmesi, bu çalışma grubundaki kişilerin olgunlaşması, geçmişi, katılımcı kayıp etkisi, veri toplama araçları , ön test etkisi, etkileşme etkisi, istatistiksel regresyon, beklentilerin etkisi gibi iç geçerliği tehdit eden faktörlere dikkat etmek gerekmektedir (Büyüköztürk, vd., 2012).

Bu araştırmanın katılımcıları uygulamanın yapılacağı üniversitenin eğitim fakültesi sınıf eğitimi anabilim dalı 2. sınıftaki 3 şube içinden seçkisiz olarak atanan deney ve kontrol gruplarından oluşmaktadır. Üç şubede de Fen ve Teknoloji Laboratuvar Uygulamaları -II dersi 5E öğrenme modeline göre ilkökul 4. sınıf fen bilimleri dersi kazanımlarına uygun olacak şekilde aynı araştırmacı tarafından yürütülmüştür. Katılımcıların sürece alışması için ilk haftalarda tasarım temelli öğretime geçilmemiştir, onların bu konuda belirli bir olgunluğa ulaşmaları beklenmiştir. Araştırmaya başlanmadan önce bütün katılımcılardan geçerliği ve güvenirliği sağlanmış olan aynı veri toplama araçlarına eşit sürelerde ve benzer ortamlarda yanıt vermeleri sağlanmıştır. Araştırma boyunca deney ve kontrol grubu öğrencileriyle bağımsız gün ve saatlerde yürütülen derslerde bu grupların

birbirleriyle etkileşimde bulunmamalarına dikkat edilmiştir. Deney grubu katılımcılarına mühendislik tasarım temelli fen eğitimi kapsamında STEM eğitimi verileceği belirtilmiştir. Gruplara deneysel bir çalışma içinde oldukları söylenmemiştir. Dersin öğretim elemanı da araştırmacı ile birlikte her iki grubun dersine katılmış ve gerek ders içeriği gerekse uygulama hakkında süreç boyunca uzman görüşü vermiştir. Ancak ders tamamen araştırmacı tarafından yürütülmüştür. Uygulama süresi 14 hafta sürmüştür, ön test ve son test arasındaki zaman dilimi arasındaki süre geniştir. Deney ve kontrol grubundaki katılımcıları uygulama boyunca aynı sayıda kalmıştır, ön ve son testlere dâhil olan kişilerde bir değişiklik yaşanmamıştır.

3.8.2. Nicel araştırma Bakış Açısıyla Güvenirliği Sağlamaya Yönelik Prensipler

Nicel araştırmalarda güvenirlik, bir ölçme aracının ölçülmek istenen şeyi ölçme derecesidir, ölçülen özelliğin doğru anlaşılıp, yorumlanma derecesidir (Christensen, JohnsNson & Lisa, 2015). Nicel araştırma bakış açısıyla ölçülmek istenen özelliklerin geçerli ve güvenilir olması uygulanan veri toplama araçlarının istatistiklerine de bağlıdır. Araştırmanın nicel kısmında kullanılan “Karar Verme Beceri Testi” ve “Bilimsel Yaratıcılık Testi” için gerekli istatistiki testler yapılarak güvenirlik katsayıları hesaplanmıştır. Bu testlerin sınıf öğretmen adayları için güvenilir ölçme araçları olduğu görülmüştür.

3.8.3. Nitel Bakış Açısıyla Geçerlik ve Güvenirliği Sağlamaya Yönelik Prensipler

Nitel araştırmaların tasarımı, genel yaklaşımı farklı olduğundan nicel araştırmalardaki geçerlik ve güvenirlik ölçütlerinden farklı ölçütlere bakılmaktadır (Büyüköztürk vd., 2012). Merriam (2013)’a göre nitel bir araştırmanın iç geçerliği için gerçeğe yakınlık, inanırlık, doğrulanabilirlik, güvenirlik gibi kavramlar önemsenirken dış geçerliği için

güvenirlilik ve nesnellilik kavramları önemlidir. Araştırmanın asıl uygulamasından önce yapılan pilot çalışmada öğretmen adaylarıyla sürekli etkileşim halinde olmanın avantajıyla karşılaşılabilecek olumsuzluklar hakkında fikir sahibi olunmuştur. Aynı zamanda araştırmacının süreç boyunca önyargısız olması oldukça önemlidir. Çünkü verilerin toplanması ve analiz edilmesi araştırmacı tarafından yapılmaktadır. Bu süreçte ham verilerin yorumlanmasında araştırmacının düşüncelerinin ya da önyargılarının sürece karışmaması gerekmektedir (Büyüköztürk vd., 2012; Christensen vd., 2015). Bunun önüne geçmek için araştırmacı süreç boyunca yansıtıcı düşünmeye çalışarak yansıtıcı gözlem notları tutarak önyargılarını azaltma çabasında bulunmuştur. Sürekli araştırmacı–uzman işbirliği sürdürülerek süreç değerlendirilmiştir. Aynı zamanda odak grup görüşmelerine katılan öğretmen adaylarıyla da öz, akran ve araştırmacı değerlendirmeleri yapılmıştır. Bu anlamda araştırmacı ve uzmanın sürecin içinde birlikte gözlem yapıyor olması büyük avantaj sağlamaktadır. Nitel bakış açısına göre araştırmanın iç geçerliğini artırmak için araştırma bulgularının tutarlı olması oldukça önemlidir (Yıldırım & Şimşek, 2013). Bu araştırmanın bulguları incelendiğinde kendi içinde anlamlı bir bütün oluşturduğu görülmektedir. Aynı zamanda bulgular kavramsal çerçeve ile uyumludur. Verilerin analizi ve yorumlanması arasında tutarlık bulunmaktadır. Araştırma sonucunda elde edilen bulguların benzer ortamlarda benzer şekilde test edilebilir olduğu düşünülmektedir.

Araştırmanın nitel kısmında önce pilot çalışmada sonrada asıl uygulamada öğretmen adaylarıyla bire bir görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Süreç araştırmacı ve uzmanların bu görüşmeleri birlikte değerlendirilmesiyle şekillenmiştir. Araştırma sürecindeki gözlemler ve görüşmeler araştırılacak gerçeğin ortaya çıkmasında önemli rol oynamaktadır. Veri toplamada yapılan mülakatlar, doküman incelemeleri, gözlemlerle veri çeşitleme tekniğinden yararlanılmıştır. Araştırma sürecinde gerek elde edilen dokümanların gerekse yapılan görüşmelerin teyidi için katılımcı sorgulamaları gerçekleştirilerek dönütler elde

edilmiştir. Yapılan görüşmelerde yeterli nitelikte bilgi elde edilecek kişilere ulaşılmıştır. Süreç boyunca araştırmacı çalışmanın kuramsal yapısıyla ilgili bilgileri yansıtmıştır.

Nitel araştırmalarda aynı işlem uygulandığında aynı sonuçların ortaya çıkması durumuyla karşılaşılmaz. Nitel araştırmaların doğası gereği aynı uygulamaların birebir aynı sonuçları doğurması beklenemez. Çünkü insanların davranışları değişkendir. Dolayısıyla burada önemli olan kavram tutarlılıktır. Yani aynı sonuçları farklı kişilerin benzer şekilde yorumlaması önemlidir. Bu çalışmada da, pilot uygulamadan asıl uygulamaya kadar kullanılacak olan problem durumu, araştırma sorularının oluşturulması, ders planları, mühendislik tasarım temelli sürecin yapılandırılması, kullanılacak olan veri toplama araçları, yapılacak olan görüşmeler ve oluşturulan dokümanlar alan uzmanlarının dönütleri doğrultusunda sürekli revize edilmiştir. Ayrıca odak grup görüşmelerinde araştırmacı uzman görüşünden yararlanarak oluşturulan kategori ve temalarda istenilen doygunluk seviyesine ulaşılan kadar içerik analizi yapmaya devam etmiştir. Veri toplamada kullanılan üçgenleme tekniği araştırmanın güvenilirliği ve tutarlılığı için oldukça önemlidir (Merriam, 2013). Bu çalışmada çeşitli veri toplama araçlarından (yarı yapılandırılmış görüşme formları, doküman formları ve gözlemler) yararlanılmıştır. Öğretmen adaylarıyla yapılan odak grup görüşmeleri, mühendislik tasarım süreç formları, araştırmacı ve uzmanın süreç boyunca yaptığı gözlemlerden elde edilen veriler değerlendirilmiştir.

Kodlar verileri etiketlediği ve geri çağırdığı için veri analizini güçlendirir. Güçlü ve hızlı bir analiz için kodlayıcılar arası görüş birliğinin sağlanmasında yarar vardır. Nitel verilerin analizinde birden fazla kişi metne dökülmüş notların bir kısmını ayrı ayrı kodlayarak bu kısmı birlikte gözden geçirmelidir. Bu şekilde her kodlayıcının farklı tercihleri de görülmüş olup, kodlamanın diğer kısmında da ortak görüş benimsenerek devam edebilir (Miles &Huberman, 2015, s.64-65).

Bu araştırmada BYT (deney-kontrol) ve mühendislik tasarım süreç formlarından (deney grubu) elde edilen verilerin kodlanması aşamasında iki alan uzmanı araştırmacı verilerin yaklaşık %20 kadarını ayrı ayrı kodlayarak $[Güvenirlik = Görüş Birliği / (Görüş Birliği + Görüş Ayrılığı) \times 100]$ formülü ile uzlaşmaya varmışlardır. Bu kodlamaları yapan kişilerden birisi araştırmacının yürütücüsü, diğer kişi ise nitel araştırmalarda uzman ve yaratıcı düşünme alanında çalışmaları olan, mühendislik tasarım sürecine hakim olan bir araştırmacıdır. Bu formüle göre BYT'nin her bir sorusu için elde edilen güvenirlik katsayısı sırasıyla (%90,%89,%89,%88, %95,%100 ve %95) olarak; mühendislik tasarım döngüsü formu güvenirlik katsayısı ise %86 olarak hesaplanmıştır. Uzlaşı sağlanmayan %14'lk kısımda kodlayıcılar ve araştırmacı ortak uzlaşı sağlamışlardır. Kodlayıcılar arasındaki uzlaşma yüzdesi, araştırmacıların görüş birliğine vardıkları madde sayısının toplam değerlendirme ve gözlem sayısına oranlanması ile bulunmaktadır. Kodlayıcı güvenirliği için uzlaşma oranının %70 ve üzerinde olması gerekmektedir. Bu araştırmada kodlayıcılar arası gvenirliklerin yüksek olduğu yorumunda bulunabilir (Yıldırım & şimşek, 2013, s.233).

Yapılan çalışmanın sayısal olarak genellenebilirliği çok mümkün olmasa da çalışma konusunun benzer nitelikteki konulara, olaylara, kişilere yol gösterebilmesi de istenen bir durumdur. Bir nitel çalışmanın sonuçları başka bir alışmanınkiyle birebir aynı olamayabilir, fakat benzer olgular içebilir. Araştırmacılar bu çalışmalardan yararlanılabilecek tecrübeler elde edebilmelidir. Dolayısıyla çalışmanın nakledilebilirliği oldukça önemlidir. Bu çalışmada, daha sonra yapılacak olan çalışmalara benzer içerikler sunacaktır. Öğretmen adaylarının süreç boyunca neler yaşadıkları, gelişimleri, ne düşündükleri, tutumları gibi konularda fikir verecektir. Literatür incelemeleri ve uzmanların görüşlerine dayanarak bu çalışmanın nitel araştırma kısmının geçerli ve güvenilir olduğu sylenabilir.

BÖLÜM IV

BULGULAR

Bu çalışmanın amacı; Mühendislik Tasarım Temelli Fen Öğretiminin (MTTFÖ) sınıf öğretmeni adaylarının karar verme becerileri, bilimsel yaratıcılıkları ve tasarım becerilerine olan etkisini incelemektir. Mühendislik tasarım temelli fen öğretim süreci STEM'in içerik entegrasyonu temeline dayandırılarak yürütülmüştür. Bu araştırmada nicel ve nitel problem ve alt problemlere yönelik bulgular aşağıda verilmiştir:

4.1. Nicel Araştırma Problemlerine Yönelik Bulgular:

1. Mühendislik tasarım temelli fen öğretim (MTTFÖ) süreci sınıf öğretmeni adaylarının karar verme becerilerini etkilemekte midir?

MTTFÖ sürecinin sınıf öğretmeni adaylarının karar verme becerilerini etkileyip etkilemediğini belirlemek için deney ve kontrol grubu sınıf öğretmeni adaylarının “Karar Verme Beceri Ölçeği”nden aldığı ortalama puanlar dikkate alınmıştır. Sınıf öğretmeni adayları 11 soruluk bu testteki her bir doğru cevap için bir (1), yanlış cevap için sıfır (0) puan almaktadırlar.

1.1. 5E öğrenme modeli içinde uygulanan MTTFÖ ile derslerin işlendiği sınıf öğretmeni adayları ile 5E öğrenme modeliyle derslerin işlendiği sınıf öğretmeni adaylarının süreç öncesi karar verme becerisi ortalama puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

5E öğrenme modeli içinde uygulanan MTTFÖ ile derslerin işlendiği sınıf öğretmeni adayları ile 5E öğrenme modeliyle derslerin işlendiği sınıf öğretmeni adaylarının öğretim süreci öncesi karar verme becerisi ortalama puanlarını karşılaştırmak amacıyla varsayımları sağlanan bağımsız gruplar t-testi yapılmış ve sonuçlar Tablo 10'da sunulmuştur.

Tablo 10

Sınıf Öğretmeni Adaylarının Süreç Öncesi Karar Verme Becerisi Ortalama Puanları

Karar Verme	N	$\bar{X}$	ss	sd	t	p
Kontrol	33	0,5187	0,20	58	-1,576	0,120
Deney	27	0,5955	0,16			

$p>0,05$

Tablo 10 incelendiğinde MTTFÖ süreci öncesi; deney grubu sınıf öğretmeni adaylarının karar verme becerisi ortalama puanlarının ($\bar{X}= 0,59$, $ss=0,16$) ve kontrol grubunda sınıf öğretmeni adaylarının karar verme becerisi ortalama puanlarının ($\bar{X}= 0,51$, $ss=0,20$) birbirine yakın olduğu ve *ön test ortalama puanları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir* [$t_{(58)} = -1,57$, $p>0,05$]. Bu sonuç deney ve kontrol grubu öğrencilerinin süreç öncesi karar verme becerileri bakımından eşit olduğu şeklinde yorumlanabilir.

1.2. 5E öğrenme modeli içinde uygulanan MTTFÖ ile derslerin işlendiği sınıf öğretmeni adayları ile 5E öğrenme modeliyle derslerin işlendiği sınıf öğretmeni adaylarının süreç sonrası karar verme becerisi ortalamaları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

5E öğrenme modeli içinde uygulanan MTTFÖ ile derslerin işlendiği sınıf öğretmeni adayları ile 5E öğrenme modeliyle derslerin işlendiği sınıf öğretmeni adaylarının öğretim

süreci sonrası karar verme becerisi ortalama puanları, varsayımları sağlanan bağımsız gruplar t-testi ile karşılaştırılmış ve sonuçlar Tablo 11’de sunulmuştur.

Tablo 11

Sınıf Öğretmeni Adaylarının Süreç Sonrası Karar Verme Becerisi Ortalama Puanları

Karar Verme	N	$\bar{X}$	ss	sd	t	p
Kontrol	33	0,5730	0,19	58	-3.261	0,002**
Deney	27	0,7172	0,12			

*p<0,05, **p<0,01

Tablo 11 incelendiğinde MTTFÖ süreci sonrası; deney grubu sınıf öğretmeni adaylarının karar verme becerisi ortalama puanlarının ($\bar{X}$ = 0,71, ss=0,12) ve kontrol grubunda sınıf öğretmeni adaylarının karar verme becerisi ortalama puanlarından ($\bar{X}$ = 0,57, ss=0,19) daha yüksek olduğu ve aradaki farkın istatistiksel olarak deney grubu lehine anlamlı olduğu görülmektedir [$t_{(58)} = -3,21$, $p<0,05$]. Deney ve kontrol grubu son test ortalama puanları arasındaki farkın etki büyüklüğü Cohen’s d: 0,84 olarak hesaplanmıştır. Bu değer $0,2<d<0,8$ aralığında olduğundan Cohen (1988)’e göre büyük etki olarak kabul edilmektedir. Bu sonuç MTTFÖ sürecinin deney grubu sınıf öğretmeni adaylarının karar verme becerilerini kontrol grubuna göre yüksek düzeyde arttırdığı şeklinde yorumlanabilir.

1.3. 5E öğrenme modeli içinde uygulanan MTTFÖ ile derslerin işlendiği sınıf öğretmeni adaylarının öğretim süreci öncesi ve sonrası karar verme becerisi ortalama puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

5E öğrenme modeli içinde uygulanan MTTFÖ öncesi ve sonrası deney grubundaki sınıf öğretmeni adaylarının karar verme becerisi ortalama puanları varsayımları sağlanan bağımlı gruplar t-testi ile karşılaştırılmış ve sonuçlar Tablo 12’de sunulmuştur.

Tablo 12

Deney Grubunun Karar Verme Becerileri Ön Test-Son Test Ortalama Puanları

Karar Verme	N	$\bar{X}$	ss	sd	t	p
Ön test	27	0,5955	0,16	26	-3,525	0,002**
Son test		0,7172	0,12			

*p<0,05, **p<0,01

Tablo 12 incelendiğinde MTTFÖ süreci sonunda; deney grubu sınıf öğretmeni adaylarının karar verme becerisi son test ortalama puanlarının ($\bar{X}$ = 0,71, ss=0,12), ön test ortalama puanlarından ($\bar{X}$ = 0,59, ss=0,16) daha yüksek olduğu ve ön-son test ortalama puanları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir [$t_{(26)} = -3,52$, $p < 0,05$]. Ayrıca ön-son test ortalama puanlar arasındaki farkın etki büyüklüğü d: 0,68 olarak hesaplanmıştır. Bu değer Cohen (1988)'e göre orta etki olarak kabul edilmektedir. Bu durum MTTFÖ sürecinin deney grubu sınıf öğretmeni adaylarının karar verme becerilerini yüksek düzeyde arttırdığı şeklinde yorumlanabilir.

1. 4. 5E öğrenme modeliyle derslerin işlendiği kontrol grubundaki sınıf öğretmeni adaylarının öğretim süreci öncesi ve sonrası karar verme becerisi ortalama puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

5E öğrenme modeliyle derslerin işlendiği kontrol grubundaki sınıf öğretmeni adaylarının karar verme becerisi ön-son test ortalama puanları varsayımları sağlanan bağımlı gruplar t-testi ile karşılaştırılmış ve sonuçlar Tablo 13'de sunulmuştur.

Tablo 13

5E Öğrenme Modeliyle Derslerin İşlendiği Kontrol Grubunun Karar Verme Becerisi Ön Test-Son Test Ortalama Puanları

Karar Verme	N	$\bar{X}$	ss	sd	t	p
Ön test	33	0,5187	0,20	32	-1,943	0,061
Son test		0,5730	0,19			

$p>0,05$

Tablo 13 incelendiğinde 5E öğrenme modeliyle derslerin işlendiği kontrol grubundaki sınıf öğretmeni adaylarının karar verme becerisi ön test ortalama puanları ($\bar{X}= 0,51$, $ss=0,20$) ile son test ortalama puanlarının ($\bar{X}= 0,57$, $ss=0,19$) birbirine yakın olduğu ve *aradaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir* [$t_{(32)} = -1,94$, $p>0,05$].

2. Mühendislik tasarım temelli fen öğretim (MTTFÖ) süreci sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel yaratıcılıklarını etkilemekte midir?

5E öğrenme modeli içinde uygulanan MTTFÖ sürecinin sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel yaratıcılıklarını etkileyip etkilemediğini belirlemek için deney ve kontrol grubundaki sınıf öğretmeni adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Testi'nden aldığı puanlar istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır.

2.1. 5E öğrenme modeli içinde uygulanan MTTFÖ ile derslerin işlendiği sınıf öğretmeni adayları ile 5E öğrenme modeliyle derslerin işlendiği sınıf öğretmeni adaylarının süreç öncesi bilimsel yaratıcılık ortalama puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

5E öğrenme modeli içinde uygulanan MTTFÖ süreci öncesi kontrol ve deney grubu sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel yaratıcılık ortalama puanları varsayımları sağlanan bağımsız gruplar t-testi ile karşılaştırılmış ve sonuçlar Tablo 14'de sunulmuştur.

Tablo 14

Sınıf Öğretmeni Adaylarının Süreç Öncesi Bilimsel Yaratıcılık Ortalama Puanları

Bilimsel Yaratıcılık	N	$\bar{X}$	ss	sd	t	p
Kontrol	33	4,86	1,49	58	1,301	0,182
Deney	27	5,47	2,09			

p>0,05

Tablo 14 incelendiğinde MTTFÖ süreci öncesi; deney grubundaki sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel yaratıcılık son test ortalama puanlarının($\bar{X}$ = 5,47, ss=2,09) kontrol grubunun bilimsel yaratıcılık ön test ortalama puanları($\bar{X}$ = 4,86, ss=1,49) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görülmektedir [$t_{(58)} = 1,30$, $p>0,05$]. Bu sonuç deney ve kontrol grubu öğrencilerinin süreç öncesi bilimsel yaratıcılık becerileri bakımından eşit olduğu şeklinde yorumlanabilir.

2.2. 5E öğrenme modeli içinde uygulanan MTTFÖ ile derslerin işlendiği sınıf öğretmeni adayları ile 5E öğrenme modeliyle derslerin işlendiği sınıf öğretmeni adaylarının öğretim süreci sonrası bilimsel yaratıcılık ortalama puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

Tablo 15

Sınıf Öğretmeni Adaylarının Süreç Sonrası Bilimsel Yaratıcılık Ortalama Puanları

Bilimsel Yaratıcılık	N	$\bar{X}$	ss	sd	t	p
Kontrol	33	6,45	2,15	39,446	-6,25	0,000**
Deney	27	11,53	3,75			

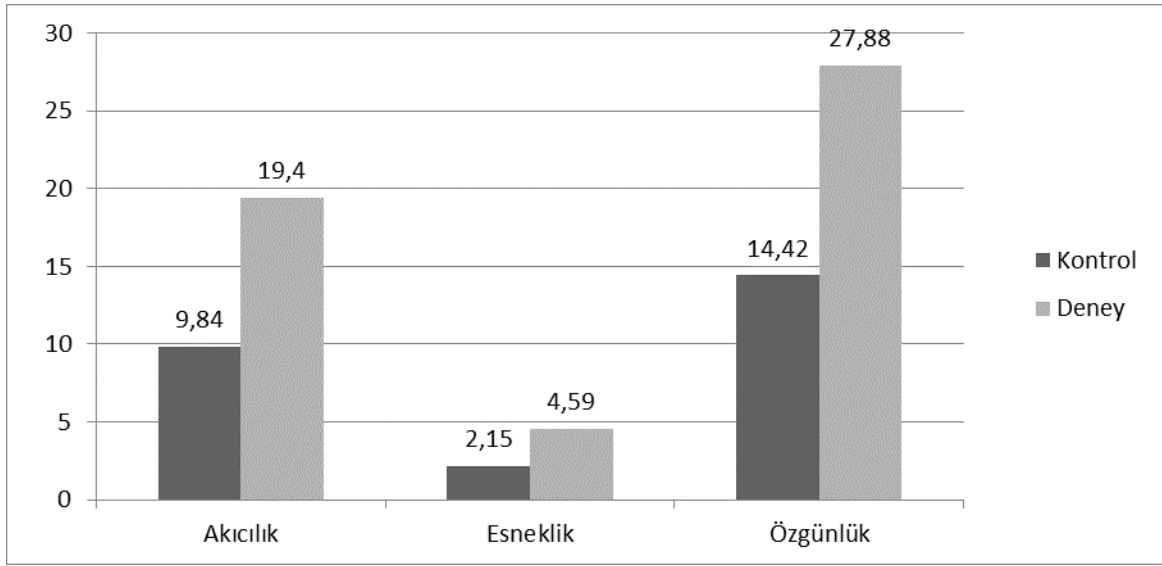
*p<0,05, **p<0,01

Tablo 15 incelendiğinde MTTFÖ süreci sonrasında; deney grubundaki sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel yaratıcılık son test ortalama puanlarının ($\bar{X}= 11,53$, $ss=3,75$) kontrol grubunun bilimsel yaratıcılık son test ortalama puanlarından ($\bar{X}= 6,45$ $ss=2,15$) daha yüksek olduğu ve aradaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir [$t_{(39,446)} = -6,25$, $p<0,05$]. Deney ve kontrol grubu son test ortalama puanları arasındaki farkın etki büyüklüğü Cohen's d: 1,62 olarak hesaplanmış ve bu değer Cohen (1988)'e göre büyük etki olarak kabul edilmektedir. Bu sonuç MTTFÖ sürecinin deney grubu sınıf öğretmeni adaylarının karar verme becerilerini kontrol grubuna göre yüksek düzeyde arttırdığı şeklinde yorumlanabilir.

2.3. 5E öğrenme modeli içinde uygulanan MTTFÖ ile derslerin işlendiği sınıf öğretmeni adayları ile 5E öğrenme modeliyle derslerin işlendiği sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel yaratıcılık boyutları son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

BYT'den elde edilen veriler analiz edilerek kategorilere göre akıcılık, esneklik ve özgünlük bakımından değerlendirilmiş ve genel puanlar elde edilmiştir. Kontrol ve deney gruplarının son test bilimsel yaratıcılık ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farkın olduğu görülmüştür. Ayrıca BYT ortalama puanları hesaplanırken kullanılan özellik boyutunun alt boyutu olan akıcılık, esneklik ve özgünlük boyutlarındaki ortalama puanlar arasında fark olup olmadığını incelemeyi önce bu ortalama puanların dağılım grafiği verilmiş ve betimsel istatistikleri yapılarak elde edilen sonuçlar aşağıda gösterilmiştir.

BYT akıcılık, esneklik ve özgünlük alt boyutlarına yönelik son test ortalama puanları Şekil 21'de gösterilmiştir.



Şekil 21. Bilimsel yaratıcılık boyutları (akıcılık, esneklik, özgünlük) son test ortalama puanları

Şekil 21 incelendiğinde deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının BYT son test puanlarında deney grubu lehine olan artış görülmektedir. Ayrıca uygulama sonunda akıcılık, esneklik ve özgünlük alt boyutlarında deney grubu lehine bir artış vardır.

Sınıf öğretmeni adaylarının BYT son testine ilişkin puanlarının aritmetik ortalaması, standart sapması, en büyük ve en küçük puanlarına ilişkin bulgular Tablo 16’ da verilmiştir.

Tablo 16

Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılığın Alt Boyutları Olan Akıcılık, Esneklik ve Özgünlük Puanların Aritmetik Ortalama, Standart Sapma, En Küçük ve En Büyük Değerleri

Bilimsel Yaratıcılık Son test Boyutu		N	$\bar{X}$	ss	Min.	Maks.
Akıcılık	Kontrol	33	9,84	2,96	5,00	16,00
	Deney	27	19,40	7,59	9,00	42,00
Esneklik	Kontrol	33	2,15	1,43	0,00	5,00
	Deney	27	4,59	1,73	2,00	8,00
Özgünlük	Kontrol	33	14,42	7,04	5,00	33,00
	Deney	27	27,88	12,29	12,00	60,00

Tablo 16’ da öğretmen adaylarının BYT’nin son test akıcılık alt boyutundan aldıkları puanlar incelendiğinde kontrol grubundaki öğretmen adaylarının 5,00-16,00 puan arasında olduğu, deney grubunda ise bu dağılımın 9,00-42,00 aralığında olduğu görülmüştür. Ortalama puanlar ise kontrol grubunda 9,84 iken deney grubunda 19,40’dır. BYT’nin esneklik alt boyutundaki puanlar kontrol grubunda 0,00-5,00 arasında iken, deney grubunda 2,00-8,00 puan aralığındadır. Ortalama puanlar kontrol grubunda 2,15 iken deney grubunda 4,59 şeklindedir. BYT’nin özgünlük alt boyutunda kontrol grubu 5-33 puan aralığında iken, deney grubu 12,00-60,00 puan aralığındadır. Ortalama puanlar kontrol grubunda 14,42 iken deney grubunda 27,88’dir. Genel olarak değerlendirildiğinde BYT’nin tüm boyutlarında deney grubu lehine bir artış olduğu görülmektedir.

BYT boyutlarındaki ortalama puanlar arasındaki farkın anlamlı olup olmadığı tek faktörlü MANOVA ile değerlendirilmiştir. Analiz yapılmadan önce test varsayımlarına bakıldığında tek yönlü ve çok değişkenli normallikleri sağlamak için deney grubundan iki uç değer çıkartılmıştır. 5E öğrenme modeline göre derslerin yürütüldüğü sınıf öğretmeni adayları ile 5E öğrenme modeli içinde uygulanan MTTFÖ ile derslerin yürütüldüğü sınıf

öğretmeni adaylarının bilimsel yaratıcılık alt boyutlarından aldıkları ortalama puanlar tek faktörlü MANOVA ile karşılaştırılmış ve elde edilen bulgular Tablo 17’de verilmiştir.

Tablo 17

Sınıf Öğretmeni Adaylarının BYT’nin Akıcılık, Esneklik ve Özgünlük Alt Boyutlarından Aldıkları Puanların Tek Faktörlü MANOVA İle Karşılaştırılmasına Yönelik Sonuçlar

Bağımlı Değişken	Grup	N	$\bar{X}$	ss	sd	F	p	Eta-Kare (η^2)
Akıcılık	Kontrol	33	9,848	0,792				
	Deney	25	18,160	0,910	1-56	47,453	0,000**	0,459
Esneklik	Kontrol	33	2,152	0,268				
	Deney	25	4,480	0,308	1-56	32,599	0,000**	0,368
Özgünlük	Kontrol	33	14,424	1,552				
	Deney	25	26,720	1,783	1-56	27,068	0,000**	0,326

**p<0,001

Tablo 17 incelendiğinde, MTTFÖ süreci sonunda BYT’nin akıcılık, esneklik ve özgünlük alt boyutları bakımından gruplar arasında farklılık olup olmadığı Tek Yönlü Çok Değişkenli Varyans Analizi (Tek Yönlü MANOVA) ile değerlendirilmiştir. Tek yönlü MANOVA sonuçlarına bakıldığında; 5E öğrenme modeli içinde uygulanan MTTFÖ ile derslerin işlendiği deney grubundaki öğretmen adaylarının 5E öğrenme modeliyle derslerin işlendiği kontrol grubuna göre; BYT’nin akıcılık, esneklik ve özgünlük alt boyutları ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmiştir [akıcılık $F_{(1-56)} = 47,453$, $p < 0,001$], [esneklik $F_{(1-56)} = 32,599$, $p < 0,001$], [özgünlük $F_{(1-56)} = 27,068$, $p < 0,001$]. Bu alt boyutların ortalamaları arasındaki farkın etki büyüklüğü sırasıyla; 0,45; 0,36; 0,32 olup bu değerler ($\eta^2 > 0,14$) yüksek etki olarak yorumlanmıştır. Bu durum deney grubundaki sınıf öğretmeni adaylarının uygulamalar neticesinde bilimsel

yaratıcılığın karakter boyutunun akıcılık, esneklik ve özgünlük gibi alt boyutlarının geliştiği şeklinde yorumlanabilir.

2.4. 5E öğrenme modeli içinde uygulanan MTTFÖ ile derslerin işlendiği sınıf öğretmeni adaylarının öğretim süreci öncesi ve sonrası bilimsel yaratıcılık ortalama puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

5E öğrenme modeli içinde uygulanan MTTFÖ ile derslerin işlendiği deney grubundaki sınıf öğretmeni adaylarının süreç öncesi ve sonrası bilimsel yaratıcılık ortalama puanları hesaplanarak bağımlı gruplar t-testi ile karşılaştırılmış ve Tablo 18’de sunulmuştur.

Tablo 18

MTTFÖ İle Derslerin İşlendiği Deney Grubunun Bilimsel Yaratıcılık Ön Test-Son Test Ortalama Puanları

Bilimsel Yaratıcılık	N	$\bar{X}$	ss	sd	t	p
Ön test	27	4,86	2,09	26	-12,252	0,000**
Son test		11,53	3,75			

*p<0,05, **p<0,01

Tablo 18 incelendiğinde MTTFÖ süreci sonunda; deney grubundaki sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel yaratıcılık son test ortalama puanlarının ($\bar{X}$ = 11,53, ss=3,75), ön test ortalama puanlarından ($\bar{X}$ = 4,86, ss=2,09) daha yüksek olduğu ve aradaki farkın *istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir* [$t_{(26)} = -12,252$, p<0,05]. Ön-son test ortalama puanlar arasındaki farkın etki büyüklüğü d: 2,35 olarak hesaplanmıştır. Bu değer Cohen (1988)’e göre büyük etki olarak kabul edilmektedir. Bu durum MTTFÖ sürecinin deney grubu sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel yaratıcılık becerilerini yüksek düzeyde arttırdığı şeklinde yorumlanabilir.

2.5. 5E öğrenme modeliyle derslerin işlendiği sınıf öğretmeni adaylarının öğretim süreci öncesi ve sonrası bilimsel yaratıcılık ortalama puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

5E öğrenme modeliyle derslerin işlendiği kontrol grubundaki sınıf öğretmeni adaylarının uygulama öncesi ve sonrası bilimsel yaratıcılık ortalama puanları hesaplanarak bağımlı gruplar t-testi ile karşılaştırılmış ve sonuçlar Tablo19’da verilmiştir.

Tablo 19

5E Öğrenme Modeline Göre Derslerin İşlendiği Kontrol Grubunun Bilimsel Yaratıcılık Ön Test-Son Test Ortalama Puanları

Bilimsel Yaratıcılık	N	$\bar{X}$	ss	sd	t	p
Ön test	33	5,47	1,49	32	2,403	0,022*
Son test		6,45	2,14			

p<0,05*

Tablo 19 incelendiğinde kontrol grubundaki öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılık ön test ortalama puanlarının ($\bar{X}$ = 5,47, ss=1,49) ve son test ortalama puanlarının ($\bar{X}$ = 6,45, ss=2,14) birbirine yakın olmakla birlikte son test ortalama puanlarının daha yüksek olduğu ve aradaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür [$t_{(32)} = 2,40$, p<0,05]. Ön-son test ortalama puanlar arasındaki farkın etki büyüklüğü d: 0,41 olarak hesaplanmıştır. Bu değer Cohen (1988)’e göre orta etkiye sahiptir. Kontrol grubu öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılık ortalama puanlarındaki orta düzeyli artışın yapılandırmacı eğitim anlayışına uygun olarak 5E öğrenme modeliyle yürütülen derslerden kaynaklandığı söylenebilir. Özellikle sınıf öğretmeni adayları, 5E öğrenme modelinin keşfetme basamağında sürece aktif katılarak ve çeşitli etkinlikler yaparak

açıklamalara ulaşmışlardır. Bu sürecin öğretmen adaylarının yaratıcı düşüncelerini arttırdığı söylenebilir.

Sonuç olarak; 5E öğrenme modeli içinde uygulanan MTTFÖ ile derslerin yürütüldüğü deney grubundaki öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılık ve bilimsel yaratıcılık özellik boyutu alt boyutlarındaki (akıcılık, esneklik ve özgünlük) son test ortalama puanları hem deney-kontrol grubu hem de ön-son test arasında manidar derecede artmıştır. Bu sonuçtan hareketle sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel yaratıcılık puanları üzerinde MTTFÖ sürecinin yüksek düzeyde etkisi olduğu yorumu yapılabilir.

3. Altı farklı tasarımın yapıldığı 5E modeli içinde uygulanan MTTFÖ sonunda sınıf öğretmeni adaylarının mühendislik tasarım temelli süreç becerisi ortalama puanları nasıl değişmektedir?

3.1. Altı farklı tasarımın yapıldığı 5E öğrenme modeli içinde uygulanan MTTFÖ sonunda sınıf öğretmeni adaylarının mühendislik tasarım temelli süreç becerisi ortalama puanları arasında anlamlı fark var mıdır?

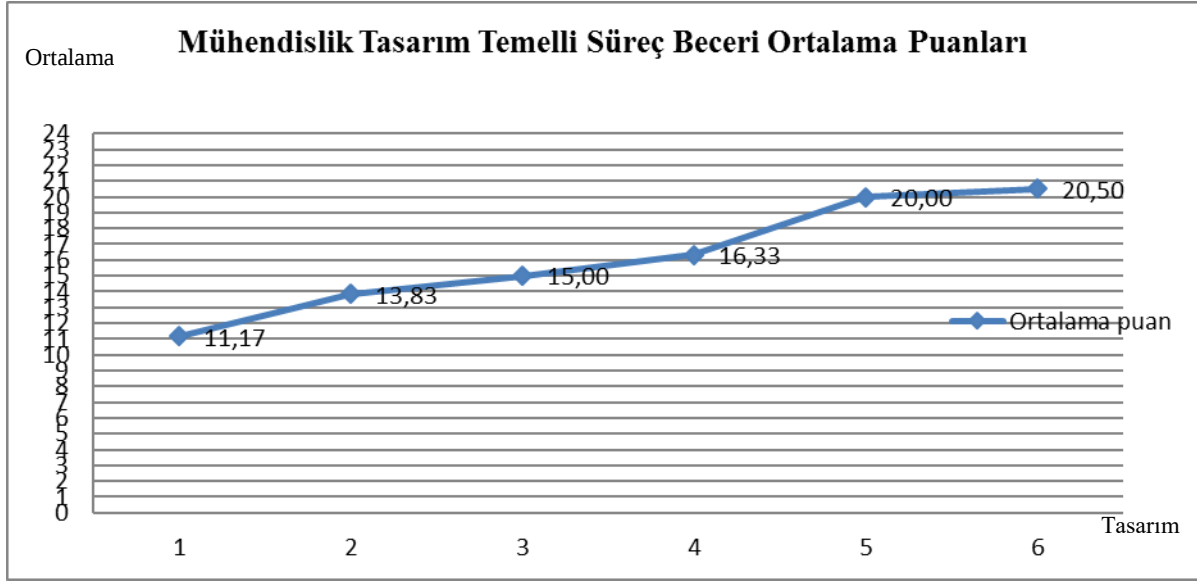
MTTFÖ süreci boyunca deney grubundaki sınıf öğretmeni adaylarının altı farklı tasarım sonucunda elde edilen mühendislik tasarım temelli süreç becerileri ortalama puanları hesaplanmış ve sonuçlar Tablo 20’de sunulmuştur.

Tablo 20

Mühendislik Tasarım Temelli Süreç Becerisi Ortalama Puanları

Grup No	Tasarım-1	Tasarım-2	Tasarım-3	Tasarım-4	Tasarım-5	Tasarım-6
1	12	11	10	15	19	20
2	15	16	18	19	20	20
3	12	13	18	16	19	19
4	8	12	13	15	19	20
5	9	14	15	14	21	22
6	11	17	16	19	22	22
Ortalama Puan	11,16	13,83	15	16,33	20	20,5

Tablo 20’deki veriler kullanılarak deney grubundaki sınıf öğretmeni adaylarının MTTFÖ sürecindeki bireysel mühendislik tasarım temelli süreç becerisi ortalama puanlarındaki değişim belirlenmiş ve Şekil 22’de sunulmuştur.



Şekil 22. Mühendislik tasarım temelli süreç beceri ortalama puanlar arası değişim

Şekil 22’de görüldüğü üzere deney grubundaki sınıf öğretmeni adaylarının mühendislik tasarım temelli süreç becerisi ortalama puanları ilk tasarımda 11,17 iken son tasarımda 20,50’ e yükselmiştir.

MTTFÖ’nün uygulandığı sınıf öğretmeni adayları süreç boyunca 6 farklı mühendislik tasarımı yapmışlardır. Deney grubundaki sınıf öğretmeni adaylarının yaptıkları tasarımlar mühendislik tasarım süreci değerlendirme rubriği ile değerlendirilerek grupların ortalama puanları hesaplanmış ve ortalama puanlar arasında fark olup olmadığı tek yönlü tekrarlı ölçümler ANOVA ile araştırılmıştır.

Mühendislik tasarım temelli süreç becerisi ortalama puanlarının tek yönlü tekrarlı ölçümler ANOVA ile karşılaştırılması sonucunda elde edilen bulgular Tablo 21’de sunulmuştur.

Tablo 21

Mühendislik Tasarım Temelli Süreç Beceri Ortalama Puanlarının Tek Yönlü Tekrarlı Ölçümler ANOVA İle Karşılaştırılmasına Yönelik Sonuçlar

Tasarım	Kareler Toplamı	sd	Ortalamaların Karesi	F	p	Eta-Kare (η^2)
Tasarım	1644,825	2,496	672,155			
Hata	342,481	64,902	5,277	127,377	0,000*	0,830
Toplam	1987,306	67,398	677,432			

(F_(2,496;64,902)=127,377, p<0,001, η^2 =,830)

Tablo 21'deki veriler incelendiğinde deney grubu sınıf öğretmeni adaylarının mühendislik tasarım temelli süreç becerisi ortalama puanlarında ilk tasarımdan son tasarıma doğru bir artışın olduğu ve ortalama puanlar arası farkın da istatistiksel olarak anlamlı olduğu ($p<0,05$) tespit edilmiştir. Mühendislik tasarım temelli süreç becerisi ortalama puanlar arası farkın etki büyüklüğü etki büyüklüğü 0,83 olarak hesaplanmış olup bu değer ($\eta^2>0,14$) olduğundan yüksek etki olarak yorumlanmıştır. *MTTFÖ öğretim sürecinin uygulandığı altı tasarım sonunda sınıf öğretmeni adaylarının mühendislik tasarım temelli süreç becerisi ortalama puanları anlamlı şekilde artmıştır.* Bu durum deney grubundaki sınıf öğretmeni adaylarının uygulamalar neticesinde mühendislik tasarım temelli süreç becerilerinin geliştiği şeklinde yorumlanabilir. Deney grubundaki öğretmen adaylarının mühendislik tasarım temelli süreç becerisi ortalama puanlarının ikili karşılaştırmaları Bonferroni testi ile yapılmış ve sonuçlar Tablo 22'de verilmiştir.

Tablo 22

Mühendislik Tasarım Temelli Süreç Becerisi Ortalama Puanlarının Bonferroni Testi İle İkili Karşılaştırmaları

Tasarım Çiftleri	Ortalama Fark	Sig.
1-2. Tasarım	-2,407	0,001*
1-3. Tasarım	-3,667	0,000*
1-4. Tasarım	-5,000	0,000*
1-5. Tasarım	-8,556	0,000*
1-6. Tasarım	-9,037	0,001*
2-3. Tasarım	-1,259	0,077
2-4. Tasarım	-2,593	0,000*
2-5. Tasarım	-6,148	0,000*
2-6. Tasarım	-6,630	0,000*
3-4. Tasarım	-1,333	0,139
3-5. Tasarım	-4,889	0,000*
3-6. Tasarım	-5,370	0,000*
4-5. Tasarım	-3,556	0,000*
4-6. Tasarım	-4,037	0,000*
5-6. Tasarım	-0,481	

*p<0,05, **p<0,01

Tablo 22’de MTTFÖ süreci boyunca deney grubu sınıf öğretmeni adaylarının mühendislik tasarım temelli süreç becerisi ortalama puanları arasındaki farklar görülmektedir. Analiz sonucuna göre; 3. tasarım ile 2. ve 4. tasarım ortalamaları arasında istatistiksel bir farktan söz edilmezken, 5. ve 6. tasarımlar arasında istatistiksel olarak fark bulunmaktadır. Diğer bütün tasarımlar kendinden önceki tasarımla hem ortalama puan hem de anlamlılık bakımından farklılık göstermektedir. İlk iki tasarımdaki artış, sürecin ortasında yavaşlamış, tekrardan yükselişe geçmiştir. Bu sonuç mühendislik tasarım temelli süreç becerilerinin zamanla kazanıldığı şeklinde yorumlanabilir.

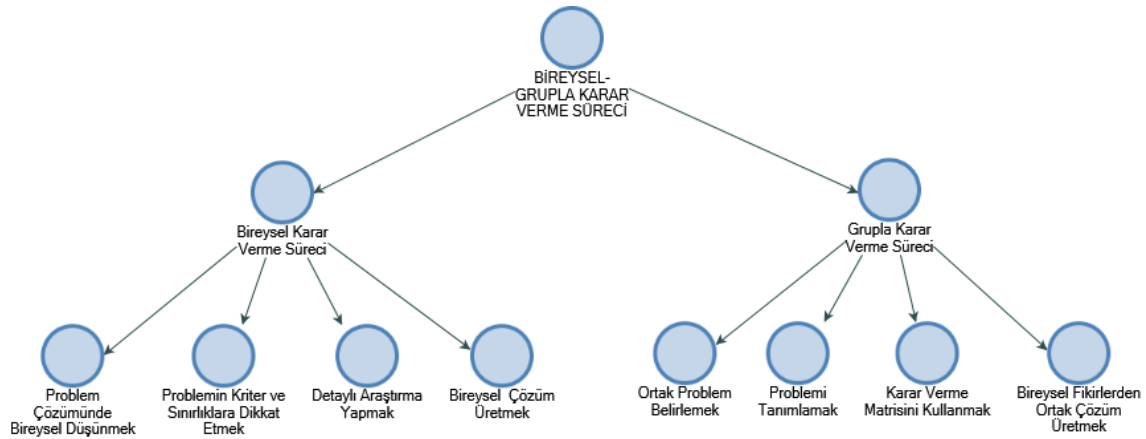
4.2. Nitel Araştırma Problemlerine Yönelik Bulgular:

Bu araştırmanın amacına uygun olarak, deney grubundaki altı heterojen grupta mühendislik tasarım temelli fen öğretimi uygulamaları yapan sınıf öğretmeni adayları arasında gönüllülük ilkesine göre her gruptan bir kişi olmak üzere toplam altı kişi seçilerek bu öğretmen adaylarıyla sürecin başında, ortasında ve sonunda olmak üzere üç odak grup görüşmesi yapılmıştır. Bu görüşmelerden elde edilen veriler NVivo12 Plus programı kullanılarak içerik analizi yapılmış ve elde edilen veriler araştırma problemlerine uygun olarak göre aşağıda sunulmuştur.

4. Mühendislik tasarım temelli fen öğretimi (MTTFÖ) sınıf öğretmeni adaylarının karar verme becerilerini nasıl etkilemektedir?

4.1. Sınıf öğretmeni adaylarının MTTFÖ boyunca bireysel ve grupla karar verme süreçleri nasıldır?

Bu çalışma kapsamında yapılan odak grup görüşmelerinde sınıf öğretmeni adaylarına MTTFÖ sürecinde bireysel ve grupla karar verme süreçlerinin nasıl olduğu sorulmuştur. Öğretmen adaylarının verdikleri cevapların analizi sonucunda elde edilen bulgular Şekil 23’de gösterilmiştir.



Şekil 23. Sınıf öğretmeni adaylarının bireysel ve grupla karar verme süreci

Şekil 23’de sınıf öğretmeni adaylarının MTTFÖ sürecinde problemlere çözüm üretirken ve önerilen çözüm yolları arasından en iyi olana karar verirken bireysel ve grupça neler yaptıklarıyla ilgili düşünceleri yer almaktadır. Bu kapsamda, sınıf öğretmeni adayları bireysel karar verme sürecinde çözüm üretirken öncelikle *bireysel düşündüklerini* ve bu *bireysel düşüncelerinde problemin kriter ve sınırlılığına dikkat ettiklerini* belirtmişlerdir. Ayrıca, öğretmen adayları bireysel ve detaylı araştırmalar yaparak kendi çözümlerine ulaştıklarını ifade etmişlerdir. Öğretmen adaylarının bireysel karar verme süreci ile ilgili odak grup görüşmelerinden elde edilen bazı ifadeleri aşağıda yer verilmiştir:

Ö2: “Probleme çözüm üretmek için, herkes önce bireysel düşündü. Birbirimizi etkilememek için birbirimizle konuşmadık. Bireysel düşünceler yapıldıktan sonra tekrar grupça bir araya gelindi ve fikirleri karşılaştırdık.”

Ö1: “Problemi tanımladıktan sonra önemli olan, onun sınırlılık ve kriterleriydi, problemin sınırlılık ve kriterlerine dikkat etmeye çalıştım.”

Ö4: “Probleme karşı nasıl çözümler üretebileceğimizi not edip bunları tablo yapıyorum, ardından probleme çözümler geliştirmek için problemin bizden beklediği amaca göre araştırmalar yapıyorum.”

Ö5: “Bir konuyu araştırmadan önce o konuyla ilgili öncelikle bir teorik bilgi edinmemiz lazım bunun içinde ayrıntılı araştırmalar yapılmalıdır.”

Ö4 “Bireysel olarak bir öncekinde dediğim gibi, önce sorunu ele alıp alternatif seçenekleri kendi içinde düşünüyorum, sonra bunların üzerinden bir araştırma yapıyorum ve en uygun seçeneği bulduğumda bunun nasıl gerçekleşebileceği hakkında bir araştırma yaparak çözüm seçeneği olarak bunu düşünüyorum.”

Sınıf öğretmeni adayları, problemlere yönelik üretilen çözüm önerileri arasından en iyi olana karar verirken *grupça hareket etmenin öneminden* bahsetmektedirler. Öğretmen adaylarıyla yapılan odak grup görüşmeleri ve mühendislik tasarım döngüsü formları dikkate alındığında ilk haftalarda bazı gruplardaki öğretmen adaylarının ortak bir

probleme karar veremediğden sürece başladıkları görülmüştür. Bazı gruplarda üyelerin araştırmacının verdiği alternatif problem cümleleri içinden farklı olanları ele aldıkları veya tamamen farklı bir problem cümlesi oluşturdukları gözlenmiştir. Hâlbuki MTTFÖ sürecinde asıl hedeflenen grup üyelerinin alternatif problemlerin birinde karar kılıp tüm grubun buna göre çözüme yönelik karar verme sürecine başlamasıdır. Öğretmen adayları MTTFÖ süreci ilerlerken bu karmaşıklığın ortadan kalktığını ve sürecin daha anlaşılır hale geldiğini belirtmişlerdir. İkinci odak grup görüşmesinden elde edilen öğretmen adaylarının görüşleri aşağıda verilmiştir:

Ö6: *“Biz, diğer gruptaki arkadaşlarımız gibi önce ortak bir probleme karar veriyoruz; ama bu problem için yapacaklarımızı konuşmuyoruz. Öncelikle problem seçimini yapıyoruz.”*

Ö2: *“Problemle ilgili olarak yapılacakları konuşmadan önce, bize verilen problemler içinden birini grup kararına göre seçip, belirliyoruz.”*

Yukarıdaki ifadelerden de anlaşılacağı üzere öğretmen adayları MTTFÖ süreci ilerledikçe grup kararına uygun ve herkesin onayıyla belirlenen ortak bir problem çözüme süreci yürütmüşlerdir. Ayrıca, öğretmen adayları karar verme sürecinde seçtikleri problemi ayrıntılı tanımladıktan sonra karar verme matrisindeki kriter ve sınırlılıklara dayanarak en iyi çözüm önerisini seçmeye çalışmışlardır. En iyi çözüm önerisine karar verme süreciyle ilgili olarak öğretmen adayı Ö2 ve Ö5’in ifadeleri aşağıdadır:

Ö2: *“Yapacağımız üründe, dikkat etmemiz gereken şeylerden biri de problemin kriterlerine dikkat ederek sınırlılıkları da bulmaya çalışmaktır.”*

Ö5: *“Bireysel fikirlerimizi eleştirirken, problemin kriter ve sınırlılıklarını yazıyoruz. Sonra en fazla hangi fikrin kriteri fazla sınırlılığı en azsa o fikri seçiyoruz.”*

Öğretmen adayları, MTTFÖ sürecinin başlarında bireysel kararlara daha çok önem verdiklerini ama zamanla grup etkileşiminin karar verme sürecini daha fazla etkilediğini ve süreci daha etkili kıldığını belirtmişlerdir. Bireysel fikirlerden ortak çözümler

ürettikleri vurgusu sürecin sonlarında sıklıkla yinelenmiş olup konuya ilişkin öğretmen görüşleri aşağıda verilmiştir:

Ö4: *“Bireysel kararlarımızı verdikten sonra bireysel raporlar toplanarak bir grup kararı alınıyor, bunun, için bütün fikirleri harmanlayarak karar vermeye çalışıyoruz.”*

Ö2: *“Ortak karara varmak için, başka fikirleri birleştirebiliyoruz, yani bir fikri diğerine ekleyebiliyoruz. Bunu yaparken, tasarlanacak üründe ulaşılabilir malzeme olmasına, kolay taşınmasına dikkat ediyoruz.”*

Ö3: *“Grupça tartışırken benim aklıma gelmeyen düşünemediğim fikirleri arkadaşlarımdan duyuyorum, birbirimizi böyle tamamlayarak daha güzel bir proje üretebiliyoruz.”*

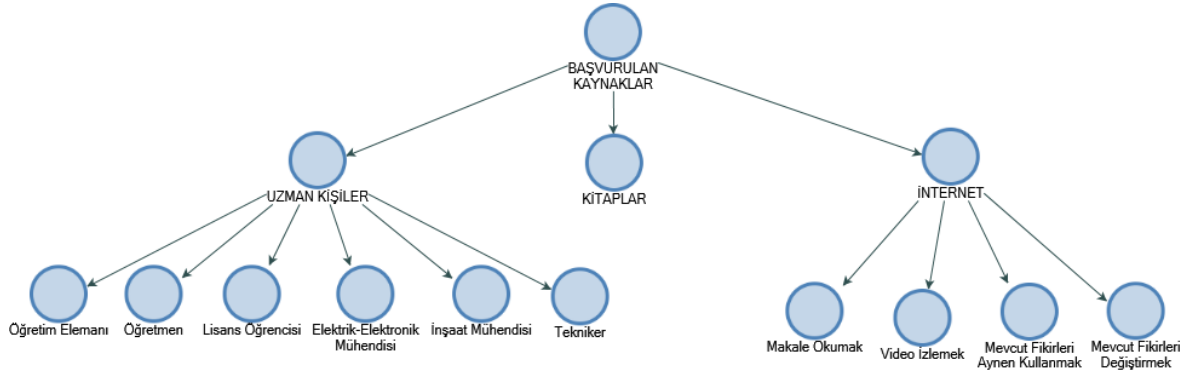
Ö4: *“Biz zamanla eleştirel düşünmeyi öğrendik ve karar verme aşamasında da farklı fikirleri birleştirip sentezleyerek bir ürün ortaya koymaya başladık.”*

Sınıf öğretmeni adaylarının karar verme süreçleri odak grup görüşmeleri ve mühendislik tasarım süreç formlarına göre incelenmiştir. Buna göre, öğretmen adayları hem bireysel hem de grupla karar verme sürecinde, öncelikle problemi anlayabilmenin ve onu doğru tanımlayabilmenin öneminden bahsetmektedir. Bu süreçte, her bireyin çözüm önerisi dikkate alınmıştır. Çünkü, bu çözüm önerileri grup kararını dolaylı ya da doğrudan etkilemektedir. Ayrıca, grup elemanlarının kriterleri esas alıp, sınırlılıkları azaltma eğiliminde oldukları görülmüştür. Böylece, karar verme matrisini etkili şekilde değerlendirme fırsatı bulunmaktadır. Grup içindeki farklı fikirlerin sentezlenerek ortak bir çözüm önerisine ulaşıldığı gözlenmektedir.

4.2.Sınıf öğretmeni adaylarının MTTFÖ boyunca karar verirken başvurdukları kaynaklar nelerdir?

Sınıf öğretmeni adaylarına MTTFÖ sürecinde karar verirken başvurdukları kaynakların ve izledikleri yolların neler olduğu sorulmuştur. Deney grubunda odak grup görüşmesi

yapılan öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar analiz edilerek elde edilen bulgular Şekil 24’de gösterilmiştir.



Şekil 24. Sınıf öğretmeni adaylarının MTTFÖ sürecinde başvurdukları kaynaklar

Sınıf öğretmeni adaylarıyla yapılan odak grup görüşmelerinden elde edilen bilgiler ışığında, öğretmen adayları problemlere uygun bireysel çözüm önerisi geliştirirken ve grupça seçilecek olan en iyi çözüm önerisine karar verirken uzman kişilerden, kitaplardan ve internetten yararlandıklarını belirtmişlerdir. Öğretmen adayları tasarım süreci hakkındaki bilgilendirmeler, STEM etkinliklerinin uygulanması ve teknolojik içerikli uygulamalardan yararlanmak için en çok dersin *öğretim elemanlarına* başvurduklarını açıklamaktadırlar. Örneğin bir öğretmen adayı yaptığı açıklamasında teknolojik içerikli uygulamaları kullanırken dersin *öğretim elemanının* yönlendirmelerinden yararlandığını ifade etmiştir:

Ö4: “İnternete bakıyoruz ve uzman kişilerden sizlerden de yardım alıyoruz, bazı konular için mesela bu t blok kodlama kullandığımız zamanda nasıl yapacağımızla ilgili size sormuştuk.”

Bazı öğretmen adayları ise problem çözümleri sırasında *lisedeki öğretmenlerinden veya farklı alanlarda öğrenim gören lisans arkadaşlarından* bilgi ve fikir aldıklarını belirtmişlerdir. Yapılacak olan tasarımların teknik boyutuyla alakalı olarak *tekniker*, elektrik işiyle uğraşan esnaf ve bu alanla *ilgili mühendislerden* yardım aldıklarını ifade eden öğretmen adaylarının ifadeleri aşağıda yer almaktadır:

Ö5: “Benim iki öğretmenim var, bu tasarım sürecinde ihtiyaç duyduğum bilgiler için, onları arıyorum yapmak istediğimiz çözümü anlatıyorum, onlarda bana bu konularda fikir veriyorlar.

Ö6: “Benim mühendislik okuyan arkadaşım var ona danışıyorum diğer projelerde de danışmıştım, yine tekniker olan kuzenim var onunla da görüşüyorum, mesela son projemizde hareket enerjisinden elektrik enerjisi üretmemiz isteniyordu problemimizde, ona nasıl yapabiliriz? diye sordum.”

Ö5: “Son tasarımda elektrikçi bir tanıdığımın güneş paneliyle pilin nasıl doldurulacağını sordum. O da diyot diye bir devre elemanından bahsetti, bu devre elemanın içindeki dirençten ve amperden bahsetti, çeşitli uyarılarda bulundu. Onunla konuşmak çok etkili oldu.”

Öğretmen adayları MTTFÖ sürecinde kitaplardan da yararlandıklarını, kitapların bilgiye ulaşmak için önemli bir veri kaynakları olduğunu belirtmişlerdir. Bazı öğretmen adayları ise internetten makale okuyarak bilimsel bilgiye ulaştıklarını, bilgi verici videolar izlediklerini ve bu sayede yeni fikirler ortaya koyabildiklerini belirtmişlerdir. MTTFÖ sürecinin başlangıç probleminde deney grubundaki öğretmen adaylarından tarım alanlarındaki toprakların aşınmasını ve suyun akışını azaltacak setlerin olduğu, kuzgunların yaşayabilmelerine olanak sağlayacak bir baraj yapmaları istenmiştir. Bu problemle ilgili nasıl araştırma yaptığını bir öğretmen adayı şu şekilde ifade etmiştir:

Ö1: “Problemlere çözüm üretmek için araştırma yaparken makalelere başvurdum. Genelde makale araştırdım. Baraj tipleri neden mesela 7 tip baraj var, neden bunları kullanabileceğimizi araştırdık ve en uygun olanını bulmaya çalıştık.

Ö2: “Bence makale ve tezler daha güvenilir bilgiler içeriyor, biz genelde makalelerden yararlandık.”

Ö2: “Araştırma kısmında da genelde internetten yararlanıyoruz biz video şeklinde yararlanmayı daha tercih ediyoruz daha etkili olduğunu düşünüyorum.”

Ö3: *“Araştırma yaparken interneti kullanarak daha çok videolara baktık, eğer fikrimizi uygulayacak olursak onu nasıl yapabileceğimizi inceledik. “*

Yapılan görüşmelerde öğretmen adayları sürecin *başında internetten video izleyerek ya da bir siteyi ziyaret ederek oradaki fikirleri* aynen kullandıklarını ifade etmişlerdir. Ancak süreç içinde öğretmen adayları bu şekilde araştırma yaparak hali hazırda olan çözümlerin ötesine geçilmeyeceğini anladıklarını ve özellikle yaratıcı düşünme açısından farklı fikirlere ihtiyaç duyduklarını, bu yüzden daha farklı kaynaklardan araştırma yapma gerekliliğinin ortaya çıktığını belirtmişlerdir. Ayrıca, öğretmen adayları zamanla internette yer alan fikirlerden yararlanarak *kendi yaratıcı çözümlerine karar vermeye* başladıklarını ifade etmişlerdir. Bunlarla ilgili ifadeler aşağıda yer verilmiştir:

Ö2: *“İlk başta internete girdiğimizde direk ilk siteye bakıp oradaki şeyleri yapmaya çalışırken; şu anda farklı makaleler ya da ulaşabildiğimiz uzmanların da görüşünü almaya çalışıyoruz.”*

Ö1: *“Videolar izlerken, çözümümüz için gerekli olan bilgiyi direk bulamasak da, araştırıyoruz, bizi çözüme yaklaştıracak olan kısımları araştırıyoruz.”*

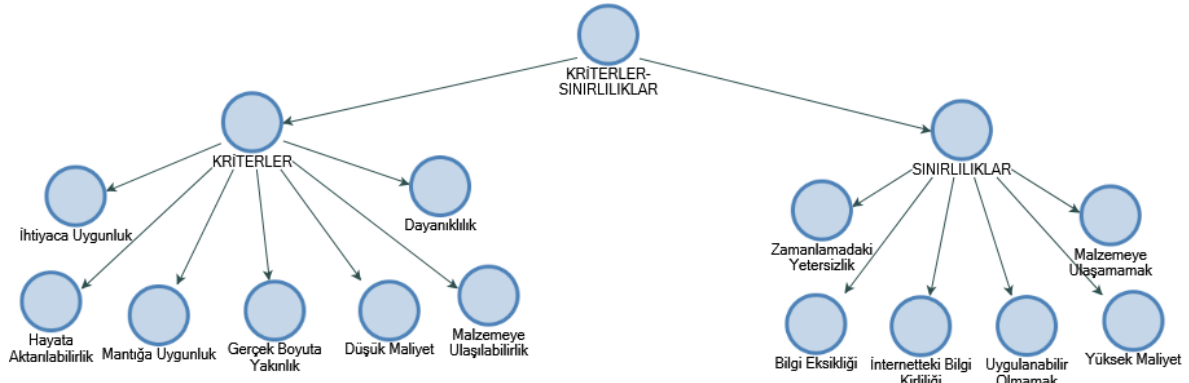
Ö6: *“İnternetten yararlanırken önerdiğimiz çözüm önerisi için yapılacak ürünün direk yapılması değil de ipuçlarının araştırıyoruz. Örneğin; bir telefon nasıl yapılır şeklinde değil de, telefon da ses aygıtı var, ses çıkışı var bu ses çıkışı nasıl sağlanır? Telefona ışık nasıl verilir? Ona nasıl dokunuyoruz? Gibi durumları araştırıyoruz, Eğer bir telefonun nasıl yapıldığını direk araştırırsak bu da bizi kısıtlar, aklımıza başka fikirler gelmeyebilir.”*

Yukarıda paylaşılan öğretmen adaylarına ait ifadelerden de anlaşılağı üzere sınıf öğretmeni adayları karar verme sürecinde başlangıçta daha az kaynaktan yararlanırken zamanla öğretmen adaylarının yararlandığı kaynakların arttığı görülmüştür. Görüşmeler ve mühendislik döngüsü birlikte değerlendirildiğinde, öğretmen adaylarının MTTFÖ

süreci boyunca problemlerin çözümü için farklı kaynaklara ulaşır, bunlardan etkili şekilde faydalanmak üzere kendilerini geliştirdikleri söylenebilir.

4.3. Sınıf öğretmeni adaylarının MTTFÖ boyunca karar verme sürecindeki kriter ve sınırlılıklar hakkındaki görüşleri nasıldır?

MTTFÖ uygulamalarının yapıldığı sınıf öğretmeni adaylarıyla yapılan odak grup görüşmelerinde öğretmen adaylarının karar verme sürecinde bazı kriter ve sınırlılıklardan bahsettikleri görülmüştür. Bu konuyla ilgili yapılan odak grup görüşmelerinden elde edilen bulgular Şekil 25’de gösterilmiştir.



Şekil 25. MTTFÖ sürecindeki kriter ve sınırlılıklar

Sınıf öğretmeni adayları, odak grup görüşmelerinde özellikle problemlerin içinde var olan kriter ve sınırlılıkların bireysel çözüm önerisini de şekillendirdiğini belirterek, karar verme sürecinde kriter ve sınırlılıklardan bahsetmişlerdir. Görüşmelerde öğretmen adayları problemlere uygun çözüm önerisine karar verirken özellikle problemde belirtilen kriter ve sınırlılıkları değerlendirerek, karar verme matrislerine dikkat ederek karar verdiklerini belirtmektedirler. Öğretmen adaylarının yaptıkları açıklamalarda grupça bir çözüme karar verirken, özellikle MTTFÖ sürecinin başında kriter ve sınırlılıklara dikkat etmediklerini ifade ederek bu durumun zamanla değiştiğini belirtmişlerdir. Bununla ilgili bir öğretmen adayının ifadesi aşağıda yer almaktadır.

Ö2: “İlk projemizde kriterlere ve sınırlılıklara çok dikkat edemedik. Biz bu süreci biraz materyal tasarımı ile karıştırdık. Çünkü bunun gerçekten uygulanabilir bir şey

olacağını düşünmüyorduk. Ürünü çalıştırarak bunu göstermemiz gerektiğini bilmiyorduk. Ama süreç ilerledikçe daha iyi olacağını düşünüyorum.”

Öğretmen adayları karar verme sürecinde problemin içinde yer alan ve bireysel çözüm önerilerini de şekillendiren kriterlerle ilgili olarak problemin *ihtiyacı karşılaması* ve *gerçek hayata aktarılabilir olması* üzerinde sıklıkla durmuşlardır. Öğretmen adayları grup kararına uygun olarak çözüm önerileri arasından akla *en yakın olanının seçilmesi*, tasarıma göre elde edilecek olan ürünün hayali değil *gerçekçi olması*, *boyutlarının gerçek boyutlara yakın olması* ve *maliyetinin bütçeye uygun olması*, ürünün tasarımında kullanılacak olan malzemelere kolay ulaşılabilmesi, ürünün *uzun ömürlü ve dayanıklı* olması gibi kriterlere dikkat ettiklerini belirtmişlerdir. Odak grup görüşmesinden elde edilen bazı ifadeler aşağıda verilmiştir:

Ö4: “Problemin bizden ne beklediğini araştırıp ona göre araştırmalar yapıyoruz. Bu araştırmalara göre de bir ürün ortaya koymaya çalışıyoruz, koyduğumuz ürünün hem araştırmacının bilgilerini destekleyen nitelikte olmasına hem de problemin ihtiyaçlarını cevap verecek nitelikte olması hedefliyoruz.”

Ö2: “Grupça karar verirken seçilecek olan fikrin hayata geçirilebilir olmasına, kriteri fazla sınırlılığı az olmasına dikkat ediyoruz.”

Ö6: “Kendim fikir üretirken bazı çözüm önerileri buldum sonra onlardan en mantıklı olanı ve uygulanabilir olanını seçmeye çalıştım.”

Ö2: “En son yaptığımız bir terazi tasarladık, bu teraziyi yaparken ulaşabildiğimiz elimizin altındaki malzemeler kullanıldı. Gerçekten kullanılabilmesi için, gerçek boyutta bir ölçüm yapıp terazide gerçek boyutlar kullanılması gerektiğini düşünüyorum.”

Ö4: “Ben çözüm üretirken, sorunu karşılayacak en iyi çözümler hangisi diye bunu düşünüyorum. Soruna en iyi çözümü bulmaya çalışıyorum. Ürünün ucuz olması, uygulanabilir olması oldukça önemlidir.”

Öğretmen adayları karar verme sürecine fazla ya da az zaman harcadıklarında olumsuz etkilendiklerini belirtmişlerdir. MTTFÖ sürecinde hem bireysel hem de grupla olan iletişimde *zamanı daha etkili* kullandıkları da görülmektedir. Odak grup görüşmesinde bu konuyla ilgili yapılan açıklamalarda bazı grupların çözüm üretme sürecinde ve çözümler arasından uygun olanın seçimini yaparken çok fazla ya da az zaman harcadıklarını ve bunun etkili bir yol olmadığını belirtmişlerdir. Ayrıca, bazı öğretmen adayları araştırılacak olan konuyla ilgili *eksik bilgilerin*, fikir üretirken kendilerini zorladığını ifade ederek; internetten aldıkları her türlü *bilginin de güvenilir ve bilimsel olmadığını söylemişlerdir*. Öğretmen adayları, *tasarım süreci sonunda elde edilecek olan ürünün günlük* hayata aktarılabilir olmasının oldukça önemli olduğunu belirterek, yapılacak olan ürünün *günlük hayatta karşılığının olmamasının* da karşılaşılan bir sınırlılık olduğunu ifade etmektedir. Aynı zamanda, problem için seçilen çözüm önerisini uygulamaya geçirmenin maliyetinin *yüksek* olması ve ürünü yapmak için gerekli olan malzemeye ulaşamaması da öğretmen adayları tarafından vurgulanan sınırlılıklardır. Kriter ve sınırlılıklara ilişkin bazı öğretmen adaylarının ifadeleri aşağıda verilmiştir:

Ö3: “Biz karar vermek için çok zaman harcıyoruz. Karar verme işlemi uzadıkça da önemini yitiyor gibi belki daha kısa bir zamanda karar versek daha etkili kararlar alabiliriz.

Ö5: “Bazı kişiler hayali fikirler söyleyebiliyor, ama bazıları da gerçekçi oluyor bu ikisinin ortasını bulmak lazım mesela çok hayalperest olunca bu fikirler gerçeğe uygun olmuyor.”

Ö3: “Araştırmalarımızı internetle sınırlanıyoruz, internette de bir sürü kirli bilgi olduğu için projelerimiz çok da iyi olmuyor, aksıyor.”

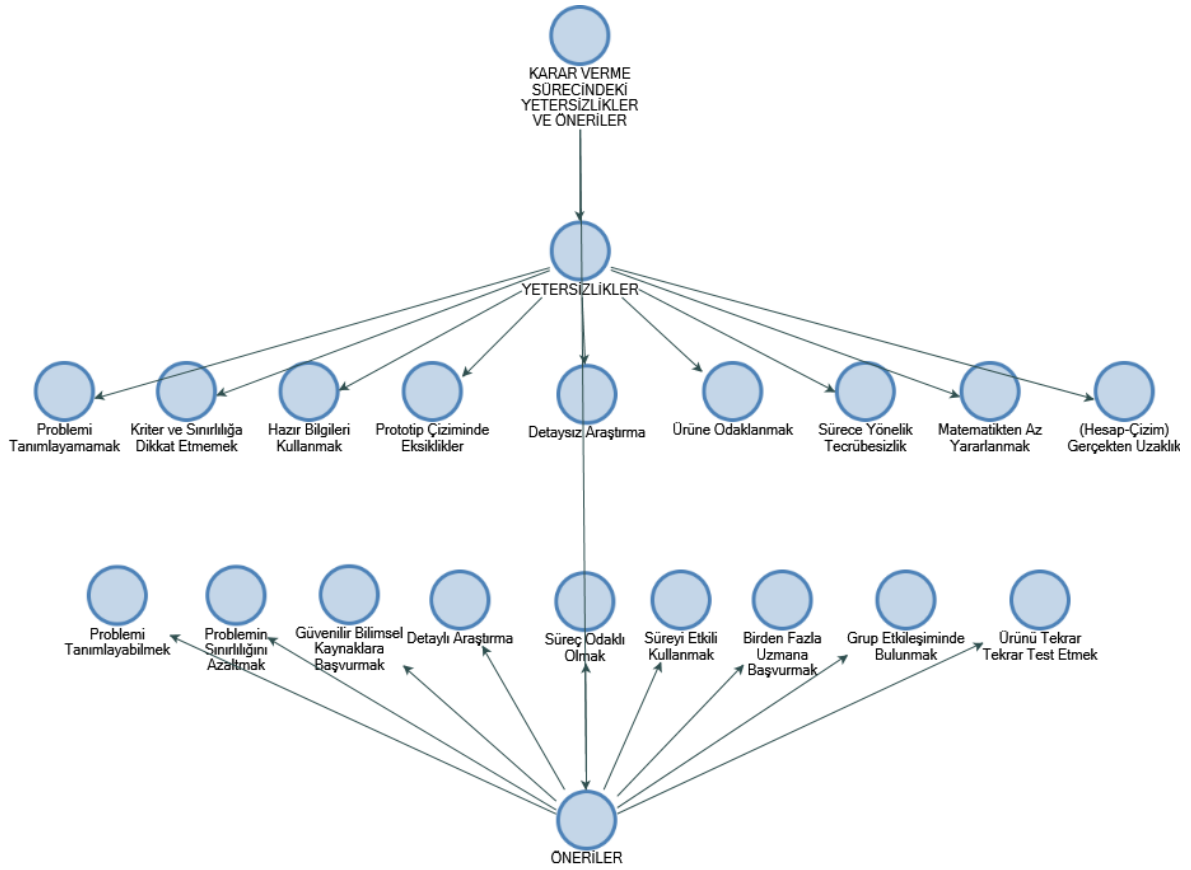
Ö3: “Biz bazı fikirleri grupça elemek zorunda kaldık, maliyetinden dolayı, uygulanabilir olmadığından dolayı. Sonuç olarak herkesin üstünde karar kıldığı bir fikir oldu ve fikir üzerinde bizlerde bir şeyler ekleyerek bazı yerlerini değiştirdik, o şekilde ortak bir karar vermiş olduk.”

Ö6: “Bazı fikirleri maliyetli olacağı için grup arkadaşlarımızla değerlendirdik, onları değiştirdik.”

Odak grup görüşmeleriyle mühendislik tasarım döngüsü formları birlikte değerlendirildiğinde, gruplardaki öğretmen adaylarının tasarım süreci ilerledikçe bireysel olarak problemdeki kriter ve sınırlılıkları belirleme ve ifade etme; grupça karar verirken kriteri fazla, sınırlılığı az olan ve karar verme matrisine uygun olan çözüme karar verme becerilerinin geliştiği gözlenmektedir. Ayrıca tasarım süreci ilerledikçe öğretmen adaylarının en iyi çözüm önerisine karar verirken kullandıkları bilimsel gerekçeleri daha iyi ifade etmeye başladıkları görülmüştür.

4.4. Sınıf öğretmeni adaylarının MTTFÖ süresinde yetersiz buldukları durumlar ve bu durumlara karşı geliştirdikleri öneriler nelerdir?

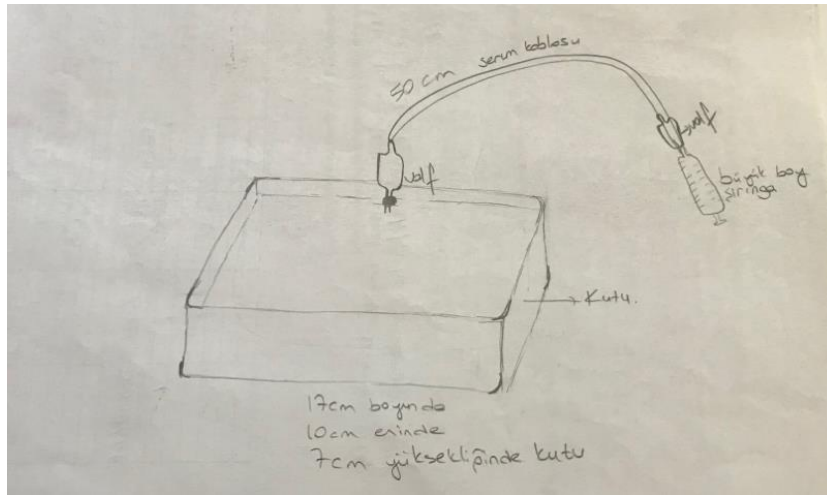
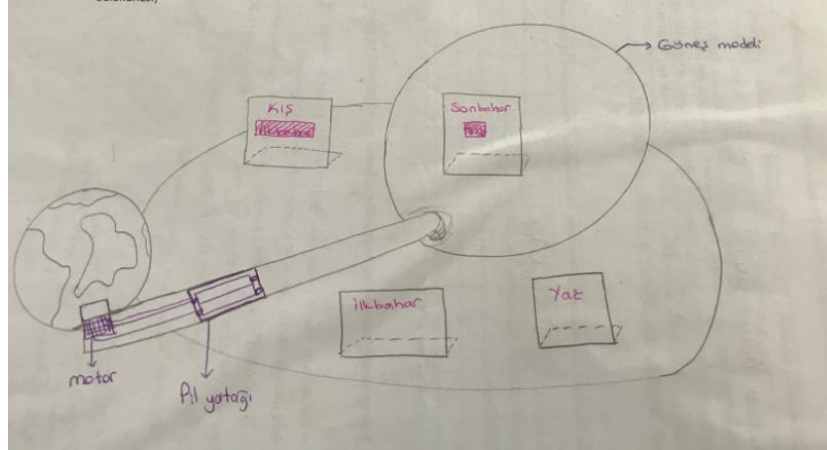
Bu çalışmada deney grubundaki bazı öğretmen adaylarıyla odak grup görüşmeleri yapılmış ve sınıf öğretmeni adaylarının MTTFÖ sürecinde karar verirken yetersiz buldukları durumlar ve bu durumlara karşı geliştirdikleri önerilere yönelik görüşleri alınmıştır. Bu konuya yönelik öğretmen adaylarından elde edilen bulgular Şekil 26’da gösterilmiştir.



Şekil 26. Sınıf öğretmeni adaylarının karar verme sürecindeki yetersizlikleri ve önerileri

Araştırmacı tarafından deney grubundaki bazı sınıf öğretmeni adaylarına MTTFÖ sürecinde yetersiz buldukları durumlar sorulmuştur. Öğretmen adayları, yetersiz buldukları durumlara özellikle sürecin başında karşılaştıklarını, sürecin ortalarına gelindiğinde bu durumların azaldığını ifade etmişlerdir. Öğretmen adayları MTTFÖ sürecinde özellikle sürecin başında, grup elemanlarınca ortak bir problem belirleyememe ve problemleri doğru tanımlamamayı bir eksiklik olarak görmüşlerdir. *Kriter ve sınırlılıkları dikkate almadan*, hazırda varolan bilgileri kullanıp, mevcut fikirleri kullanmanın anlamlı olmadığını belirtmişlerdir. Ayrıca, öğretmen adayları *prototip çiziminde* özellikle de bireysel çözüm önerisi sunarken bireysel prototip çiziminde eksiklikleri olduğunu belirtmişlerdir. Öğretmen adayları tarafından süreç içinde her tasarım için doldurulan mühendislik tasarım döngü formları incelendiğinde de başlangıçta bireysel formlarda prototip çiziminde zorlanıldığı ancak sürecin ilerlemesiyle

birlikte bireysel prototip çizimlerinin geliştiği görülmüştür. Deney grubunda 3. gruptaki öğretmen adaylarının sürecin başında ve sonlarındaki prototip çizimleri örnek olarak verilmiştir (Şekil.27, Şekil. 28).



Şekil 27. Üçüncü gruptaki öğretmen adaylarının ilk tasarımlarından prototip örnekleri (dünyanın hareketlerini modelleme, buzdolabı)

Ö5: “Biz başlangıçta problemi çok ciddiye almadık, problemi tanımlayamadık.”

Ö4: “Biz öncelikle internet üzerinden araştırmalar yapıp geçiyorduk, problemin ne istediğini anlamadan, prototip çiziminin ne olduğunu anlamadan geçiyorduk.”

Ö6: “Bu uygulamaların başında biz nasıl araştıracağımızı bilmiyorduk, öyle rastgele internete giriyorduk, daha çok youtube’den hazır fikirleri yapmaya çalışıyorduk.”

Ö5: “Verdiğimiz kararların bilimsel gerekçelerini açıklamamız gerektiğinden, daha sonraları bu gerekçeleri araştırma yapma ihtiyacı hissettik sürecin bu konuda bize katkı sağladığını düşünüyorum.”

Öğretmen adayları, MTTFÖ sürecini tam anlayamadıklarından uygulamaların başında materyal tasarlayacakmış gibi düşünüp ürüne odaklandıklarını belirtmektedirler.

Ö6: “Dersin en başında biz ne yapacağımızı tam anlayamamıştık, uygulamalı bir süreç olduğunu fark edememiştik.”

Ö2: “Grup olarak ilk tasarımlarda uygulamayı yaparken işlevsellikten daha çok gösterişe önem vermiş olduğumuzu daha sonradan anladım.”

Ö4: “Biz sürecin başında ürün odaklı çalışıyorduk yeterince araştırma yapmıyorduk.”

Odak grup görüşmelerine katılan sınıf öğretmeni adayları, matematiksel hesaplama yapma konusunda yetersiz olduklarını belirtmiştir. Öğretmen adayları tarafından her tasarım için doldurulan tasarım döngü formları incelendiğinde de STEM disiplinlerinden matematik ve teknoloji disiplinlerine sürecin başlarında daha az yer verildiği gözlenmiştir. Öğretmen adaylarının özellikle, hesaplamalarda ve mühendis gibi düşünmede zorlandıkları bu yüzden de çizimlerde gerçek boyutlardan uzaklaştıkları görülmektedir. Ayrıca öğretmen adayları prototip çizimlerinde tasarımın gerçek boyutlarında küçültülmesinde sorunlar yaşadıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca prototipin inşası sırasında öğretmen adayları tarafından hesaplamalarda hatalar yapıldığından ürünün hayat bulmuş halinde de orantısızlıklar oluşmuştur. Süreç başındaki tasarımlarda yaşanan tüm bu olumsuzluklar süreç içinde

araştırmacılar tarafından yapılan uyarılar ve dönütlerle düzeltilmeye çalışılmıştır. Araştırmacı tarafından, sıklıkla matematik dersi kazanımlarının hatırlatılması, teknolojik destekli veya elle çizim tekniklerinin gösterilmesi, teknolojik içerikli uygulamaların tanıtılması ve kullanılması ile bu yetersizliklerin önüne geçilmeye çalışılmıştır. Bu konuya yönelik bazı öğretmen adaylarının görüşleri aşağıda verilmiştir:

Ö3: *“Dünya modelinde bir balon kullanmıştık. Büyük bir dünya modeli kullandığımız için güneşi de balondan yaptık az maliyetli olması açısından. Balonu belli bir boyutta tutabildik, oda gerçeğe yakın olmadı.”*

Ö6: *“Başlarda, çizim konusu çok kötü olmuştu, nasıl çizim yapacağımızı bilmiyorduk, mesela çizim yaptıktan sonra hocamız beni uyardı onu bilmediğimi farkettim.”*

Kendileriyle odak grup görüşmesi yapılan sınıf öğretmeni adayları MTTFÖ sürecinde karar verirken bahsettikleri yetersizlikleri ortadan kaldırmak ve bu süreci daha etkili hale getirmek için bazı önerilerde bulunmuştur. Öğretmen adayları tarafından birinci ve ikinci odak grup görüşmelerinde belirtilen öneriler sürecin sonlarında azalmaya başlamıştır. Zira öğretmen adayları süreci daha iyi kavramış ve söyledikleri önerilerin çoğunu yapmaya başlamışlardır.

Görüşmelere katılan sınıf öğretmeni adayları, *problemi tanımlayabilmenin ve problemdeki sınırlılıkları azaltmanın, sürece olumlu yönde katkı sağlayacağını* belirtmiştir. Ayrıca öğretmen adayları, süreçte *güvenilir kaynaklara* başvurarak daha *detaylı ve sistemli araştırmalar* yapmaları gerektiğini anladıklarını ifade etmişlerdir. Ayrıca bazı öğretmen adayları da MTTFÖ sürecinde amacın sadece ürün meydana getirmek olmadığını, ürün odağından uzak *sürecin genelini* düşünerek hareket edilmesi gerektiğini ve süreyi etkili kullanmak gerektiğini belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının sürece yönelik önerileriyle ilgili ifadeleri aşağıda verilmiştir:

Ö1: *“Öncelikle bence herkes problemi çok iyi bir şekilde tanımlamalı biz istiyoruz ki problemi hemen yazalım daha sonra gerisi gelir ama bence tam tersi olmalıdır.”*

Ö4: “Karar vermek için önce iyi bir araştırma yapmalıyız ve olayın derinine inip, doğru ve net karar verilmelidir.”

Ö2: “Çözüm önerilerimizin uygulanmasında sınırlılığı azaltmak için neler yapabiliriz, diye düşünüyoruz.”

Ö6: “Arkadaşımın dediği gibi makale, tezler daha bilimsel bilgilerin yer aldığı internet sitelerini daha güvenilir buluyorum.”

Ö2: “Bu süreçte, makalelerden faydalanmak şu açıdan güzel oluyordu, biz kendimiz bunu farkettilik. Makaleyi okuduğumuz zaman bizim problemimize cevap vermese bile, bizim neyi aramamız gerektiği hakkında bize yol gösteriyor.”

Ö3: “Bu aradaki süreyi uzattıkça biz karar verme işlemini uzatıyoruz karar verme işlemi uzadıkça da önemini yitiyor gibi hani kısa bir zamanda olsa daha ciddiye alınır diye düşünüyorum. Yani daha nasıl kısa olabilir belli bir süre zarfında karar verilmesi şart koşulursa daha iyi olur diye düşünüyorum.”

İkinci odak grup görüşmesinde öğretmen adayları, karar verirken farklı kişilere başvurmanın, onların tecrübelerinden yararlanmak açısından faydalı olacağını belirtmişlerdir. Ayrıca öğretmen adayları tarafından grup etkileşiminin de birlikte düşünmeye katkı sağlayarak, farklı bakış açıları doğrultusunda karar vermeye katkı sağlayacağı düşünülmektedir. İkinci odak grup görüşmesinden alınan bazı ifadeler şu şekildedir.

Ö2: “Bence grup etkileşimi karar vermemizi etkileyecek çünkü kendi fikrimizden daha çok arkadaşlarımızın da neler yaptığını anlamayı, ortak kararlar almayı öğreniyoruz bu proje sayesinde bu yüzden bence bu beceri daha da gelişecek.”

Ö3: “Grup üyeleri ile de bunu tartıştığımız, istişare ettiğimiz için elbette ki karar verme sürecinde gelişmeler ilerlemeler olacaktır.”

Öğretmen adayları tasarım süreçleri sonunda ürünlerinin sunumunu yapmaya başladıkça, eksikliklerini görmeye başlamışlardır. Hem sınıf arkadaşları hem de uzmanların dönütlerine göre tasarımlarını yeniden revize etmeye çalışmışlardır. Bu yorumlara bağlı olarak bazı gruplar tasarımlarını revize etmiştir. Tasarımların test edilmesi sırasında yapılan hatalar fark edildikçe öğretmen adayları ürünlerin test edilmesinin ne kadar önemli olduğunu kavradıklarını belirtmişlerdir. Hatta bazı öğretmen adayları tasarımın hatalarını düzeltmek için gerekirse karar verme sürecinin tekrarlanmasının yerinde olacağını belirtmişlerdir.

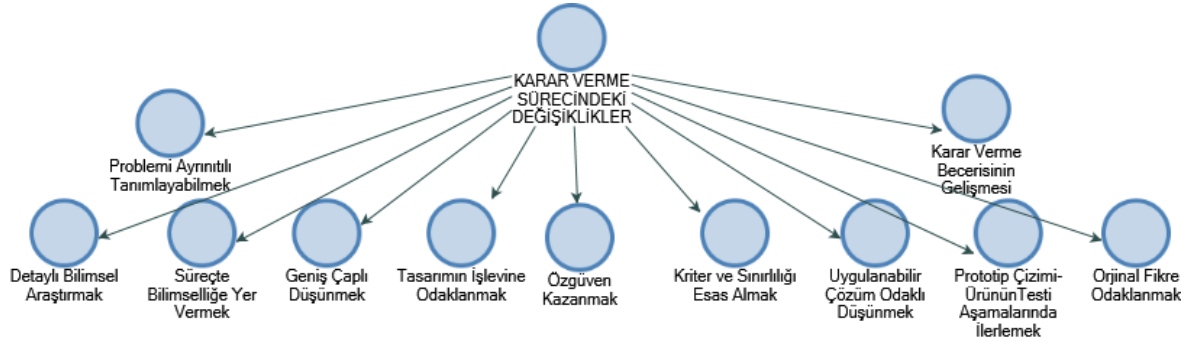
Ö1: “Hocam, geri dönütleri tekrar alarak onu düzgünleştirip daha çalışabilir bir hale getirebiliriz.”

Ö3: “Bir daha geri dönüşüm gerekiyor bence, geri dönütlerle onu düzeltmek gerekiyor.”

Kısaca; MTTFÖ süreci ilerledikçe tasarımlarda karar verme aşamasında yapılan hatalar, eksiklikler daha iyi anlaşılmaya başlanmış ve bunları giderecek nitelikte önlemler alınmaya çalışılmıştır. Bu durum, öğretmen adaylarıyla yapılan görüşmelerde ve mühendislik tasarım döngü raporlarında da görülmektedir. Ürünün test edilmesi, sunulması ve tekrar değerlendirilmesi aşamalarının zamanla geliştirdiği gözlenmektedir. MTTFÖ raporlarında özellikle, sürecin başında yapılan hataların zamanla düzeltilmesi dönütlerin yararını da ortaya çıkarmaktadır. MTTFÖ sürecinin bir ekip çalışması olduğu ve karşılıklı etkileşimin ne kadar yararlı olduğu görülmektedir.

4.5. Sınıf öğretmeni adaylarının MTTFÖ boyunca karar verme süreci nasıl değişmiştir?

Bu çalışmada MTTFÖ uygulamalarına katılan bazı sınıf öğretmeni adayları ile üç odak grup görüşmesi yapılmış ve öğretmen adaylarının karar verme sürecinde meydana gelen değişiklikler belirlenmeye çalışılmıştır. Sınıf öğretmeni adaylarının karar verme sürecindeki değişikliklerle ilgili bulgular Şekil 29’da ve Tablo 23’de gösterilmiştir.



Şekil 29. Sınıf öğretmeni adaylarının karar verme sürecindeki değişiklikler

Tablo 23

Sınıf Öğretmeni Adaylarının Odak Grup Görüşmelerine Göre Karar Verme Sürecindeki Değişiklikler

	Odak-1	Odak-2	Odak-3
Karar Verme Sürecindeki Değişiklikler	13	18	26
Problemi Ayrıntılı Tanımlayabilmek	/	////	////
Detaylı Bilimsel Araştırmak	///	////	/////
Geniş Çaplı Düşünmek	////	///	/
Süreçte Bilimselliğe Yer Vermek	-	//	///
Tasarımın İşlevine Odaklanmak	-	/	///
Kriter ve Sınırlılığı Esas Almak	/	/////	///
Uygulanabilir Çözüm Odaklı Düşünme	//	/	////////
Prototip Çizimi-Ürünün Test Aşamalarında İlerlemek	//	//	//
Orijinal Fikre Odaklanmak	-	-	//
Özgüven Kazanmak	-	-	//
Karar Verme Becerisinin Gelişmesi	/	/	//

Tablo 23 ve Şekil 29’da, MTTFÖ uygulamalarına katılan sınıf öğretmeni adaylarının karar verme sürecinde meydana gelen değişiklikler görülmektedir. Sınıf öğretmeni adayları sürecin başında birinci odak grup görüşmesinde problemi ayrıntılı tanımlayamadıklarından bahsetmelerine rağmen sürecin ortalarında ve sonunda bu durumu vurgulamamışlardır. Öğretmen adayları aşağıdaki ifadelerinden de anlaşılacağı

üzere ortak ve ayrıntılı tanımlanmış problemler üzerinde birlikte çalıştıklarını belirtmişlerdir.

Ö4: “Önce problemleri belirledikten sonra bir problemi yeterli şekilde ele alıyoruz. Ardından problem için nasıl çözümler geliştirebileceğimizi problemin bizden ne beklediğini araştırıp ona göre araştırmalar yapıyoruz. Bu araştırmalara göre de bir ürün ortaya koymaya çalışıyoruz, koyduğumuz ürünün hem araştırmacının bilgilerini destekleyen nitelikte olmasına hem de problemin ihtiyaçlarına cevap verecek nitelikte olmasını hedefliyoruz.”

Ö6: “Önce ortak probleme karar veriyoruz ama bu problemi şöyle yaparız bunu seçelim diye değil de önce hangi problemi seçelim diye sadece problemi belirliyoruz.”

Öğretmen adayları, problemlere çözüm üretirken *detaylı* araştırmalar yaparak bunları bilimsel bilgilerle destekledikleri ve daha *geniş çaplı düşünerek*, farklı fikirleri sentezleyerek eleştirel düşünmeye başladıklarını belirtmişlerdir. Tablo 19’a bakıldığında odak grup görüşmelerinde geniş çaplı düşünme vurgusu sürecin sonuna doğru azalmıştır. Mühendislik tasarım döngü formlarındaki açıklamalar da dikkate alındığında öğretmen adayları sürecin başında ortaya attıkları her fikrin olabileceğini düşünürken sonrasında bu fikirlerin bazılarının uygulanamadığını, fikirlerini belirli kriterlere dayandırmaları gerektiğini anladıklarını ifade etmişlerdir. Dolayısıyla onların *bilimselliğe yer vererek* geniş çaplı değil de problemin içeriğine göre hayata aktarılacak şeyleri düşünmeye başladıkları görülmektedir. Bu konuda öğretmen adaylarının görüşleri aşağıda belirtilmektedir.

Ö5: Bence, bu süreçte bilimsel olarak düşünebilme uygulanabilirlik olarak düşünmeyi etkilemektedir. Yani karar verme sürecinde bilimsel olarak düşünmeye başlıyorsun. Yeni bilgiler elde etmeye başlıyorsun, fikirleri hemen kabul etmiyorsun. Ya da her bilgiyi biraz daha araştırıyorsun, ondan sonra karar veriyorsun.”

Ö2: “İlk başta nasıl araştırma yapmamız gerektiğini de bilmediğimiz için konunun derinlemesine inceleyemiyorduk, sadece o konuyla ilgili neler yapılmıştır, direk internet ortamına girip neler yapılmış bakıp hani aynısını uygulamaya çalışıyorduk. Araştırmalarımızı güçlendirdik, farklı yönlerde araştırmalara karar verdik.”

Ö1: “Uygulamalar karar verme sürecinde çok etkili, çünkü sen artık bilimsel olarak düşünmeye başlıyorsun. Yani bilgiler elde etmeye başlıyorsun diyorsun ki ışık kaynağı yanması için bir enerji kaynağı lazım enerji kaynağı yok bunda başka bir şey var diyorsun.”

Öğretmen adaylarının da ifade ettikleri gibi, tasarım sürecinde ürün elde etme kaygısı ve işleve odaklanmama; çözüm üretme ve karar vermede kriter ve sınırlılığın esas alınmaması; problemlerin çözümlerinin günlük hayatta uygulanabilir olmaması; prototip çiziminde ve test edip değerlendirilmesindeki eksiklikler gibi konularda uygulamaya katılan öğretmen adaylarında olumlu değişiklikler meydana geldiği görülmektedir. MTTFÖ sürecinin kendilerine sağladığı katkıya yönelik öğretmen adaylarının ifadeleri aşağıda verilmiştir:

Ö4: “Sürecin sonuna doğru problemi anlamaya yönelik çözümler üretmeye başladık. Hani probleme nasıl çözüm üretebiliriz diye düşünmeye başladık. Önceden en basit çözümleri yapmaya çalışıyorduk, şimdi ise en uygun, işlevsel olacak çözümü düşünmeye başladık.”

Ö2: “Süreç ilerledikçe kullandığımız malzemelerim hem az maliyetli hem dayanıklı olmasına dikkat ettik, yani gerçekten işlevsel bir problemi çözmeye uygun kriterlerimizi daha fazla göz önünde bulundurarak hareket ediyoruz.”

Ö3: “Biz daha önceleri projemizdeki sınırlılıkları göz ardı ediyorduk hani güzel bir ürün ya da ürünün dış yapısal özelliklerine çok önem veriyorduk, ama zaman ilerledikçe aslında onun dış görünüşü değil, işlevinin önemli olduğunu farkına vardık.”

Kendileriyle görüşülen öğretmen adayları, MTTFÖ sürecinde ilk başlarda problemlere

uygun çözüm üretirken hazır fikirlerden yararlandıklarını ancak zamanla problemlerin çözümünde özgün fikirlere yer vermeye başladıklarını belirtmişlerdir. Bu da süreç içinde öğretmen adaylarının tasarlanacak üründe orijinalliği önemser hale geldiklerini göstermektedir. Ayrıca bazı öğretmen adayları MTTFÖ sürecinin sonunda karar verme süreçlerindeki değişikliklerin özgüvenlerini arttığını ifade etmişlerdir.

Ö2: “Zamanla yapacağımız ürünlerin farklı olmasına dikkat etmeye çalışarak araştırmalar yapmaya başladık.”

Ö3: “Önceden bir sorunla karşılaştığımda bunu hani genelde hazır ürünle çözmeye çalışıyordum şimdi bunu bende yapabilirim, hazır ürüne gerek yok, diyorum.”

Ö1: “Kendimizde süreç içerisinde güvenmeye başladığımız için yeni bir şeyler yapabileceğimizi anladık.”

Odak grup görüşmeleri ve mühendislik tasarım döngü formları birlikte değerlendirildiğinde; sınıf öğretmeni adaylarının birinci odak görüşmesinde bahsettikleri süreç hakkındaki yetersizlikler ve çözüm önerileri konularını süreç içinde dikkate aldıkları görülmektedir. Uygulamanın sonunda yapılan odak grup görüşmelerinde öğretmen adaylarının başlangıçta belirttikleri önerilerin büyük bir kısmına uydukları görülmüştür. Bu da MTTFÖ uygulamalarının anlaşılabilirliğinin zamanla arttığını ve MTTFÖ sürecinin öğretmen adaylarının karar verme becerilerine olumlu katkı sağladığını göstermektedir. Bu olumlu gelişimle ilgili bazı öğretmen adaylarının ifadeleri aşağıda yer almaktadır:

Ö4: En iyi karar en iyi tecrübeden gelir; ama en iyi tecrübeye en kötü kararların sonucunda oluşur.” diye bir söz var şey, mesela biz şu anda bir karar verirken şimdiki bildiğimiz ve yeni bir şeye başladığımız için verdiğimiz bir karardır ki başlamak “yolun yarısıdır.” ki biz o an yolun yarısını karar vererek yaptığımızın farkında değildik ve biraz yüzeysel karar verdik. Bu yüzden ürün çok beklediğimiz ve umduğumuz gibi olmadı, açıkçası. Yani bazı kusurları dediği gibi arkadaşlarında biraz önce bahsettiği,

mühendislik matematik ve fizikle alakalı bazı kusurları olduğunu farkettiler ürünümüzün. Karar vermek için önce iyi bir araştırma yaparak olayın derinine inip, doğru ve net karar vermemiz gerektiğini fark ettik.”

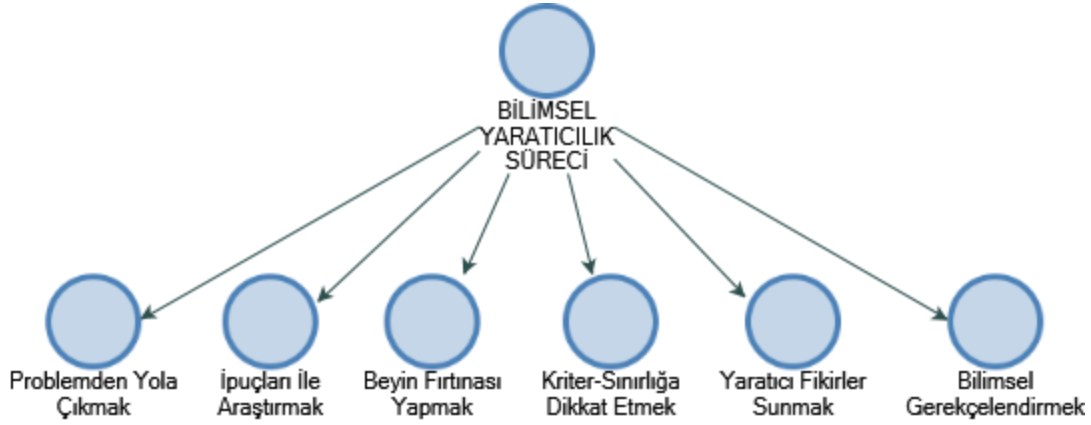
Ö6: “Aslında bu süreç içerisinde problemin daha iyi nasıl analiz edileceğini ve probleme sadece bir çözüm bulmak değil de farklı çözüm yolları da bakıp en iyi, uygun olanı bulmamız gerektiğini öğrendik.”

Ö2: “Bizim de grup olarak karar verme sürecimizin geliştiğini düşünüyorum. Bunu hayatımızda da uygulamaya başladık, şöyle daha önceden problemle karşılaştığımız zaman aklıma bir çözüm önerisi geldiği zaman tamam bunu yapıyorum hemen ama süreç ilerledikçe aslında alternatif birçok çözüm önerisinin olduğunu farkına vardım ve artık daha iyisini nasıl yapabilirim nasıl çözebilirim diyebiliyoruz.”

5. Mühendislik tasarım temelli fen öğretimi (MTTFÖ) sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel yaratıcılıklarını nasıl etkilemektedir?

5.1. *Sınıf öğretmeni adayları MTTFÖ boyunca bilimsel yaratıcı düşünme sürecinde neler yapmaktadır?*

Bu çalışmada deney grubundaki sınıf öğretmeni adaylarına MTTFÖ boyunca bilimsel yaratıcı düşünme sürecinde neler yaptıkları sorulmuştur. Öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar analiz edilmiş ve elde edilen bulgular Şekil 30’da ve Tablo 24’de gösterilmiştir.



Şekil 30. Bilimsel yaratıcılık süreci

Tablo 24

Odak Grup Görüşmelerine Göre Bilimsel Yaratıcılık Süreci

	Odak-1	Odak-2	Odak-3
Bilimsel Yaratıcılık Süreci	37	4	1
Problemden Yola Çıkmak	///	-	-
İpuçları İle Araştırmak	////////	///	-
Beyin Fırtınası Yapmak	////	-	-
Kriter/Sınırlığa Dikkat Etmek	////////	-	-
Bilimsel Gerekçeleştirme	//	/	-
Yaratıcı Fikirler Sunmak	//////////	/	-

Bu çalışmada deney grubundaki bazı öğretmen adaylarıyla sürecin başında, ortasında ve sonunda üç odak grup görüşmesi yapılmış ve bu görüşmeler kapsamında sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel yaratıcılık süreci ile ilgili düşünceleri ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Tablo 24'e bakıldığında, öğretmen adaylarının sürecin başında ve ortalarında belirttikleri düşünceleri sürecin sonuna doğru belirtilmedikleri görülmektedir. Bu durum öğretmen adaylarının sürecin başlarında bahsettikleri düşüncelerini zamanla hayata geçirdikleri ve MTTFÖ sürecinde uygulamaya başladıkları şeklinde yorumlanabilir. Özellikle birinci odak görüşmesinde öğretmen adayları *problemden yola çıkarak* alternatif çözüm önerisi düşündüklerinden bahsetmişlerdir. Öğretmen adayları

birinci tasarım sonrasında probleme çözüm üretirken dikkate almaları gereken temel noktanın problemi esas almak olduğunu belirtmektedirler. Ayrıca öğretmen adayları, *verilen problemi çözmek için bazı ipuçlarından yararlanıp, beyin fırtınası yaparak tartışmalar yaptıklarını açıklamışlardır*. Bu konuyla ilgili öğretmen adaylarının ifadeleri aşağıda belirtilmiştir:

Ö2: *“Arkadaşımızın dediği gibi bir konuyu biz araştırıyorsak ona farklı şeyler eklemek istiyorsak o konunun aslında ayrıntılarını bence bilmemiz gerekiyor. Hangi noktalarını daha iyi yapabiliriz diye fikir önerisi sunabilmeliyiz bu yüzden bize verilen görevlerin ayrıntılarını araştırmamız çok önemli. Ayrıntıları araştırmak bilimsel yaratıcılığımızı da geliştirecek bence.”*

Ö3: *“Doğrudan yapacağımız şeyi değil, onu yapmaya yardımcı olacak ipuçlarını incelemek daha mantıklı.”*

Ö4: *“İpuçlarını incelemek ve detaylı araştırma yapmak mantıklı.”*

Ö6: *“Kendimizi de bu süreç içerisinde farklı çözüm önerileri sunarken, çalışırken arkadaşlarımızla diyalog halindeyken de yaratıcılığımız farklı bakış açılarıyla yine gelişir.”*

Ö2: *“Bir fikir başka bir bilgiyi canlandırabilir.”*

İlk odak görüşmesi sonrasında öğretmen adayları, problemin çözümünde, *kriter ve sınırlılığa dikkat* ederek karar vermenin bilimsel bir bakış kazanmak açısından önemli olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca öğretmen adayları, yaratıcılığı geliştirmek için sınırlılığın az olmasının tasarlanacak ürün için önemli olduğunu düşünmektedirler. Buna ek olarak öğretmen adayları, çözüm önerisi araştırırken bilimsel temellerden hareket ederek, *bilimsel gerekçelendirmeler yaptıklarını* da belirtmişlerdir.

Ö5: *“Yani ilk önce bence problemi bilimsel olarak araştırmak gerekiyor yani mesela problemimiz bir baraj yapımı bu baraj yapımının ne olduğunu araştırmak gerekiyor yani*

yoksa bununla ilgili çözüm önerilerine direk baktığımız zaman onunla ilgili yani biz sistem nasıl çalışıyor onu öğrenip ona göre yani bilimsel temellerle fikirler sunarsak daha iyi olacağını düşünüyorum.”

Ö3: “Sınırlılıkları ne kadar çok ortadan kaldırırsak yaratıcılığımız o kadar çok gelişir diye düşünüyorum, hani maliyet bizim için bir sınırlılık, uygulanabilirlik bizim için bir sınırlılık yani mesela bizim üç boyutlu yazıcımız olsa öyle bir imkânımız olsa yaratıcılığımız daha şey olur. Bence sınırlılıkları ortadan kaldırmak yaratıcı düşünmenin sınırlılıklarını da ortadan kaldırır.”

Ö4: “STEM uygulamasına başlamadan önce sınıf ortamı ile ilgili bir inovasyon yapmamız söylenmişti bir malzeme düşünmüştüm. Kendi fikrimi ürettiğim zaman hani o kadar uygulanamaz bir fikir olduğunu gördümki zaten ben bu fikrimi daha sonra sınırlandırmaya kalktığımda herhangi bir şekilde sınırlandıramadım, çünkü düşündüğüm malzemeyi hiçbir şekilde bulamayacaktım. Yani her şeyi düşünüp yapamayız.”

Ö6: “Bence bireyin yaratıcı düşünmesi bilimsel bilgiye dayanıyorsa, bu bilgileri artırarak daha fazla araştırma yaparak farklı fikirler söyleyebilir.”

Sınıf öğretmenleri adayları MTTFÖ sürecinin yaratıcı fikirler sunmayı sağladığını ve bilimsel yaratıcılığı geliştirdiğini düşünmektedirler.

Ö1: “Ben yaratıcılık açısından arkadaşımın söylediği bir şey vardı, ona katılıyorum atık maddelerden yapılması dedi, ona kesinlikle katılıyorum mesela bir hayvan figürü yapacağım bir fare yapacağım bunu kartondan, mukavvadan herkes yapıyor ama sen git ceviz kabuğundan yap fareyi, atık bir materyalden yap. Yaratıcı düşünmenin burada devreye girdiğini düşünüyorum.”

Ö2. Ben yaratıcılığın daha da gelişebileceğini düşünüyorum, çünkü süreç ilerledikçe malzemeleri de daha fazla tanıyoruz aslında kullanmamız gereken ürünleri daha fazla tanıyoruz.”

Yapılan odak grup görüşmelerinde öğretmen adayları bilimsel yaratıcılığın geliştirilmesi için bazı önerilerde de bulunmuşlardır. Öğretmen adayları bazı bilgileri elde etmek için doğrudan o alanın içinde yer alarak gerçek ortamında bilgiler elde edilmesi gerektiğini ve okulda birlikte daha fazla zaman geçirerek uygulamaların birlikte yapılmasının daha etkili olduğunu ifade etmişlerdir. Zira ilk tasarımda bazı öğretmen adayları, problemin çözüm süreci ile ilgili grupla henüz işbirliğini sağlayamamış ve birçoğu evde araştırma yapmayı tercih etmiştir. Ancak öğretmen adayları MTTFÖ sürecinin daha etkili olması için uygulamaların okul zamanlarında ve birlikte yapılmasının önemli olduğunu vurgulamışlardır. Ayrıca, öğretmen adayları sürecin başında problemlerin çözümünde interneti doğru kullanmadıkları için yaratıcılıklarının kısıtlandığını belirtmişlerdir. Bu durumu açıklayan öğretmen adaylarının ifadeleri aşağıda yer almaktadır:

Ö3: “Biz mühendislik uygulamalarının nasıl yapılacağına internetten, videolardan direk baktık ama tabi bu anlamda bizi de sınırladı bu internetten bakmamız.”

Ö2: “Bize verilen problemler hakkında herhangi bir bilgimiz yoksa illaki o videoları izlememiz gerektiğini düşünüyorum ama bizim yaratıcılığımız kısıtlamaması için şöyle yapılabilir, oradaki malzemeler dışında başka hangi malzemeleri kullanabilirim, yapılanlar üzerinden neleri değiştirebiliriz diye incelenebilir.”

Bu veriler incelendiğinde, sınıf öğretmeni adaylarının özellikle birinci odak grup görüşmesinde ifade ettikleri bilimsel yaratıcılık süreci ile ilgili düşünceleri, beklentileri, bu süreci nasıl algıladıkları, önerileri dikkate alındığında genelde ilk tasarım sonrası yapılan yorumların diğer tasarımlar sonunda yapılmadığı görülmektedir. Bu durum öğretmen adaylarının sürece uyum sağladıklarını, ilk görüşmede değindikleri kısımları uygulamaya başladıklarını ve süreci benimsediklerini göstermektedir.

5.2. Sınıf öğretmeni adayları MTTFÖ sürecinde yaratıcı fikir üretmek için hangi kaynaklara başvurmaktadır?

Sınıf öğretmeni adaylarına bilimsel yaratıcı düşünme ve yaratıcı fikirler üretmek amacıyla MTTFÖ sürecinde hangi kaynaklara başvurdıkları sorulmuştur. Öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar analiz edilmiş ve elde edilen bulgular Şekil 31’de gösterilmiştir.



Şekil 31. Sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel yaratıcılık sürecinde başvurdukları kaynaklar

Odak grup görüşmesi yapılan sınıf öğretmeni adayları MTTFÖ sürecinde alternatif fikirler üretirken, farklı çözüm önerileri sunarken, karar verirken çeşitli kişilerden ve mekânlardan destek aldıklarını belirtmektedir. Öğretmen adayı Ö6 MTTFÖ sürecinde uzmanlara veya öğretmenlere (şimdiki ve önceki) danıştığını aşağıdaki şekilde ifade etmektedir:

Ö6: “Bilimsel yaratıcılığımızı geliştirmek için, araştırarak uzmana ya da öğretmene de danışarak yani farklı düşünmemizi geliştirebiliriz, bu şekilde de yaratıcı düşünmeyi de geliştirebiliriz.”

Görüşme yapılan sınıf öğretmeni adayları mekânsal açıdan kütüphaneden ve bilgisayar laboratuvarından yararlandıklarını açıklamışlardır. Öğretmen adayları, araştırma sürecinde dersin bir bölümünde kütüphaneye ya da bilgisayar laboratuvarına giderek daha hızlı ve güvenilir bir şekilde bilgiye ulaşmaya çalışmışlardır. Öğretmen adayları, kütüphanede kitap ve ansiklopedileri incelediklerini; bilgisayarlardan ya da kendi cep telefonlarından ise interneti kullanarak, araştırılacak konu ile ilgili genelde makale okuduklarını, video

izlediklerini ve bilgi alabilecekleri internet sitelerini incelediklerini belirtmişlerdir. Bazı katılımcılar ilk tasarımlarda daha önce yapılmış olan mevcut fikirleri internette araştırarak bu fikirlerden doğrudan yararlandıklarını ancak bunun bilimsel yaratıcılık açısından olumsuz olduğunu belirtmişlerdir. MTTFÖ sürecinde bilimsel yaratıcılığın gelişmesi için internetin belirlenen çözüm önerilerini gerçekleştirecek ipuçlarına yönlendirecek şekilde kullanılması gerektiği düşünülmektedir.

Ö6: *“Araştırma kapsamında kütüphaneye gidebilir.”*

Ö3: *“Bence bilgisayar laboratuvarını daha etkin bir şekilde kullanmalıyız, bir problemimiz var bu problemi araştırmak için bize belli bir süre verildiğinde eve gidip bu problemin üzerinde uzun uzun düşünmüyoruz, belirli bir sürede orada daha hızlı araştırma yapabiliriz.”*

Ö6: *“Araştırılacak problem verildikten sonra, , bilgisayar laboratuvarına gidip bireysel ve grupta araştırma yapıyoruz.”*

Ö3: *“İlk materyalde yaratıcılığı yeterince keşfedemediğimizi düşünüyorum, dediğim gibi biz internetten var olan projelere bakarak kendimizi sınırlandırdık en başta, ama diğer projelerde bu hataya düşmeyip kendi fikirlerimizi hani daha orijinal fikirler çıkarabileceğimizi düşünüyorum. Hani aynı hataya bir daha düşmezsek yaratıcılığımız daha çok gelişecektir.”*

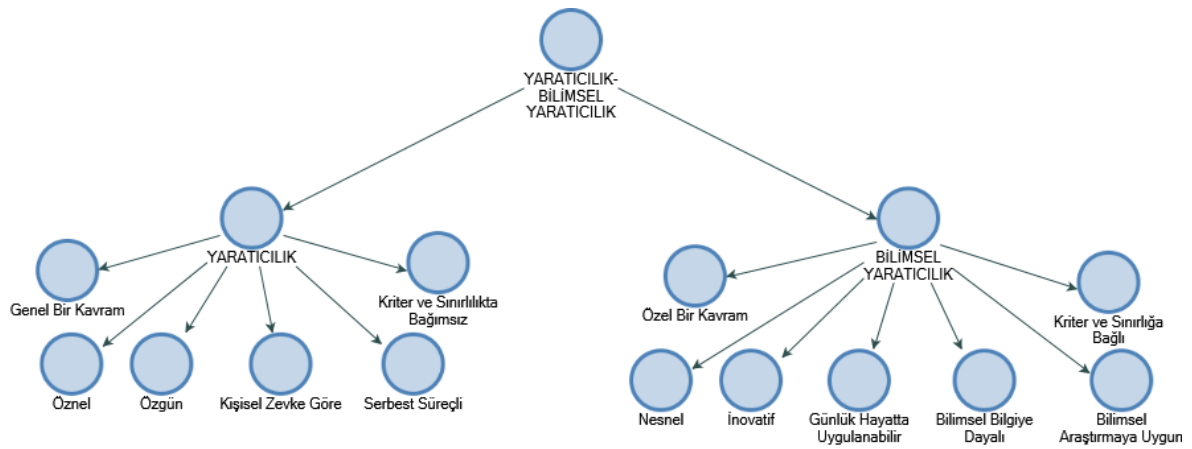
Ö6: *“Biz ilk projemizde dünya maketinde fazla yaratıcılık kullanmadık bunun sebebini de ben şöyle görüyorum. İnternette araştırma yaptık, dünyanın dönmesiyle alakalı araştırmalar yaptık; ama bununla ilgili yapılan şeyleri çözümleri de internetten video olarak izledik ve videolardan çok etkilendiğimizi düşünüyorum o yüzden biz sonraki süreçlerde de daha çok öyle video değil de, hazır yapılmış değil de kendi fikirlerimizi kullandık.”*

Sonuç olarak MTTFÖ süreci bireysel ve grup çözüm önerilerinin tartışılarak farklı ve yeni fikirler oluşmasına katkı sağlayacaktır. Ayrıca kullanılacak olan kütüphane ya da

bilgisayar laboratuvarında araştırılan kaynaklar öğretmen adaylarını bilimsel düşünmeye yönlendirecektir. Bu durum öğretmen adaylarının ifadelerinde de anlaşılmaktadır.

5.3.Sınıf öğretmeni adayları, yaratıcılık ve bilimsel yaratıcılık arasındaki farkı nasıl yorumlamaktadır?

Bu araştırmada deney grubundaki sınıf öğretmeni adaylarının yaratıcılık ile bilimsel yaratıcılık arasındaki farklar konusundaki düşüncelerinden elde edilen bulgular Şekil 32’de sunulmuştur.



Şekil 32. Sınıf öğretmeni adaylarına göre yaratıcılık ve bilimsel yaratıcılık arasındaki farklar

Sınıf öğretmeni adayları bütün odak grup görüşmelerinde yaratıcılık ile bilimsel yaratıcılık arasındaki farklara değinmiştir. Öğretmen adayları, yaratıcılığın *genel* bir kavram olduğunu belirterek ve yaratıcı düşünce üretebilmek için o düşüncenin *özgün* olması gerektiğini ve bireysel olduğu için *öznel* özellikler barındırdığını ifade etmişlerdir. Ayrıca öğretmen adayları yaratıcılıkta bireysel zevklerin ön planda olduğunu açıklayarak yaratıcı düşünme sürecinde serbest hareket edilebileceğini ve herhangi bir kriter ya da sınırlılığa dikkat etme gibi bir durumun olmayacağını belirtmiştir. Bu konuyla ilgili sınıf öğretmeni adaylarının görüşleri aşağıda verilmiştir:

Ö6: “Yaratıcılık çok daha genel bir kavram gibi onu günlük hayatınızda da kullanabiliriz farklı alanlarda da kullanabiliriz.”

Ö6: “Yaratıcılık denilince aklıma, yapılmışın dışında, özgün fikirler ve ortaya ürün koymak geliyor.”

Ö4: “Yaratıcılık bireyin kendinden olan yani çevresini bireysel özelliklerine etkilediği bir şeydir.”

Ö5: “Yaratıcı bir kişi neyi isterse yapabilir, bir ressam içinden ne geliyorsa yapabilir.”

Ö2: “Yaratıcılıkta insanın kişisel zevkleri ön plana çıkıyor.”

Ö5: “Bir ressamın sınırlıkları yok ya da kriterleri yok istediği gibi yapabilir yansıtabilir.”

Ö4: “Bence yaratıcılığın artırılması için sınır olmamalı; ama bilimsel yaratıcılık dediğimiz zaman bunu sınırlamalıyız, çünkü gerçek hayata göre bir şeyler oluşturuyoruz.”

Sınıf öğretmeni adayları bilimsel yaratıcılığı ise, yaratıcılığa göre daha özel bir kavram olarak belirtip, onu bireysel değil de nesnel bir kavram olarak ifade edip, mevcut düşüncelerin revize edilerek *inovatif düşüncelerin* gerçekleşmesine olanak sağladığını açıklamışlardır. Öğretmen adayları, bilimsel yaratıcı düşünme sürecinde özellikle *bilimsel* bilgiden faydalandığını ve bu bilimsel bilgilerin *günlük hayatta kullanılmasına* fayda sağlayacağını açıklamıştır. Benzer şekilde öğretmen adayları bilimsel yaratıcı düşünmenin *bilimsel araştırmayı destekleyici* nitelikte olması gerektiğini vurgulayarak, bu sürecin bilimsel araştırma basamaklarıyla benzer olduğunu da belirtmişlerdir. Ayrıca, öğretmen adayları tarafından problemlerin çözümlerine karar verirken kriter ve sınırlılıkların esas alınması oldukça önemlidir. Bu konudaki öğretmen adaylarının görüşleri aşağıda verilmiştir.

Ö3: “Yaratıcılık her alanda olabilir, en ufak bir atığı bile değerlendirerek geri dönüştürerek farklı bir şey yapmak da yaratıcılıktır; ama bunu bilimsel bilgilere dayanarak mantık çerçevesinde hani teknolojiyi de kullanarak bilimsel bir şekilde yapmak ve bilime katkı sağlayacak icada dönüştürebilmek ise bilimsel yaratıcılık olur, yaratıcılığın içinden ayrılmış özelleşmiş bir parça diye düşünüyorum.”

Ö4: “Yani normal yaratıcılık öznel bir kavram olurken bilimsel yaratıcılık nesnel bilgiyle oluşturulmuş öznel bir kavramdır.”

Ö6: “Bilimsel bilgiyi de kullanarak ona kendi yaratıcılığını, hayal gücünü katmak, işte ilgisini merakını birleştirerek harmanladığı bir şey oluyor, bilimsel yaratıcılık.”

Ö1: “Hocam yapılmış olan bir ürünü ya da bir materyali, ona bir ekleme çıkarma olabilir, yaparak sorun varsa bu sorun için avantaj sağlayan bir ürün elde edilebilir.”

Ö3: “Bilimsel yaratıcılık deyince, aynı zamanda yapılmış olanı değiştirip daha kullanışlı ve farklı amaçlara hizmet eden bir şeye dönüştürmek geliyor benim aklıma.”

Ö1: “Mesela bilimsel bir araştırma gibi, önce sorunu tanımak, sorunun farkına varmak, soruna yönelik hipotezler üretmek, daha sonra hipotezleri sunmak ve ona göre karar aşamasına geçmek, bilimsel yaratıcılıkta bu şekilde olur.”

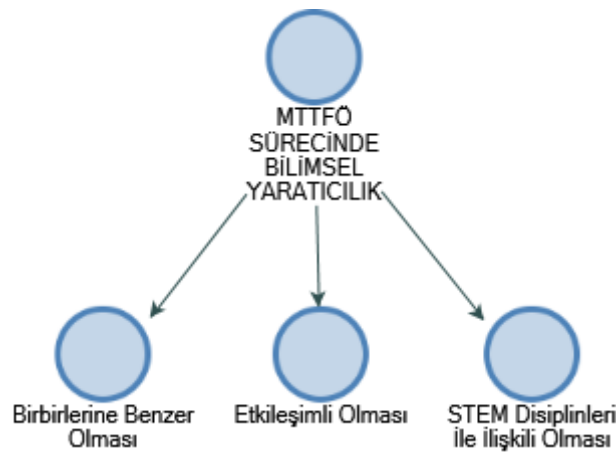
Ö5: Bilimsel yaratıcılıkta kriterlerimiz var sınırlılıklarımız var ama yaratıcılıkta kriter ve sınırlılık yok .”

Sınıf öğretmeni adaylarının ifadeleri incelendiğinde, bilimsel yaratıcılığın yaratıcılık kavramı içinde yer alan bilimin özel bir parçası olarak algılandığı görülmektedir. Odak grup görüşmelerinde öğretmen adaylarına bu iki kavrama ilişkin görüşleri sorulmuştur. MTTFÖ sürecinde önemli olan verilen problemlere mühendislik tasarım sürecinde çözümler üretebilmektir. Tabii ki, bu süreci kullanırken ortaya çıkan çözüm önerilerinin farklı olması öğrencilerin yaratıcı düşünebilme kabiliyetlerini geliştirmiştir. Öğretmen adaylarının problemlere sundukları alternatif fikirlerin süreç içinde artması, tasarlanan ürünlerin özgünlüğü yaratıcı düşünebilme kabiliyetlerinin geliştiğinin kanıtıdır. Öğretmen adaylarının odak grup görüşmelerinde yaratıcılıktan farklı olarak bilimsel yaratıcılığın üzerinde durmaları özellikle fen derslerinde problem çözme aşamalarında bilimsel araştırma basamaklarından yararlanmanın önemini kavradıkları şeklinde yorumlanabilir. MTTFÖ sürecinde öğretmen adayları günlük hayatlarında karşılaştıkları problemlerin çözümünde STEM disiplinlerini kullanarak alternatif çözümler üretebilmeyi ve

tasarımlar yapılabilmeyi öğrenerek bilimsel yaratıcılıklarının geliştiğini ifade etmişlerdir. MTTFÖ sürecinin öğretmen adaylarında bilimsel yaratıcılığın ve bilimsel bakış açısının gelişmesine yardımcı olduğu söylenebilir.

5.4. Sınıf öğretmeni adaylarının MTTFÖ süreci ile bilimsel yaratıcılık arasındaki ilişkiye yönelik görüşleri nelerdir?

Bu çalışmada odak grup görüşmesine katılan sınıf öğretmeni adaylarına MTTFÖ süreci ile bilimsel yaratıcılık arasındaki ilişkiye yönelik görüşleri sorulmuştur. Öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar analiz edilmiş ve elde edilen bulgular Şekil 33'de gösterilmiştir.



Şekil 33. Sınıf öğretmeni adaylarına göre MTTFÖ süreci ile bilimsel yaratıcılık arasındaki ilişki

Sınıf öğretmeni adayları, MTTFÖ süreci ile bilimsel yaratıcılık arasındaki ilişkiyi bilimsel yaratıcılığı tanımlayarak, genel yaratıcılığa göre farklarını ortaya koyduktan sonra yorumlamışlardır. Öncelikle, öğretmen adayları, MTTFÖ sürecinde bilimsel yaratıcılığın bir ihtiyaç olduğunu ifade ederek bu iki kavram arasında benzerlik kurmuşlardır. Öğretmen adayları MTTFÖ ile bilimsel yaratıcı düşünme sürecinde problem çözme aşamalarına dikkat edildiğini ve izledikleri yollar bakımından benzer süreçlerin kullanıldığını belirtmişlerdir. Yapılan görüşmelerden hareketle tasarımlar

ilerledikçe öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılığa daha fazla ihtiyaç duydukları yorumu yapılabilir.

Ö1: “MTTFÖ sürecinde zaten bizim var olan yaratıcılığımızı tetikleyerek daha çok destekleyerek merak duygusu uyandırarak buna yönelik o problemi çözme aşamasına geçiyoruz, zaten bu aşamaları araştırırken de bilimsel yaratıcılığa dayanıyoruz bence.”

Ö2: “Bence bilimsel yaratıcılık ve mühendislik temelli tasarım süreci çok benziyor çünkü mühendisler aslında yaptıkları gerçekten bizim gibi bir problem var ortada ve problemi çözmek için bir şey bulmaları gerekiyor.”

Ö4: “Bence ikisi arasında benzerlik var. Bilimsel yaratıcılığımızın gelişmesi için önce bir soru, ona bir çözüm, farklı fikirler, farklı araştırmalar gerekiyor hani farklı bilimsel bilgiler gerekiyor.”

Ö1: “Ben şey düşünüyorum, mühendislik tasarım temelli uygulamalar içinde bilimsel yaratıcılığa ihtiyaç olduğunu ve bundan hep yararlandığını düşünüyorum.”

Sınıf öğretmeni adayları yapılan görüşmelerde MTTFÖ süreci ile bilimsel yaratıcılığın birbirini etkilediğini ifade etmişlerdir. MTTFÖ süreciyle bilimsel yaratıcılığın etkileşim içinde olduğu öğretmen adaylarının yorumlarından da anlaşılmaktadır.

Ö5: “Yani ikisi arasında bağlı bir ilişki var, çünkü yaptığımız şeyler bilimsel temellendirme yapıyoruz, elektrik devresi mesela nasıl kurulur nasıl enerji elde edilir yani bunların hepsi bilimsel bir süreç.”

Ö3: “Bence, birbirine bağlı bir ilişki var.”

Ö4: “Bence dönüşümlü bir ilişki var hem bilimsel yaratıcılık süreci etkiliyor hem de süreç bilimsel yaratıcılığı etkiliyor. Süreci araştırırken bizim bilimsel yaratıcılığımızın geliştirmesi gerekiyor ki bir ürün ortaya koyabilelim, yani bu bilimsel yaratıcılıktan faydalandığımızı gösteriyor. Böyle bir döngü var birbiri arasında.”

Ö6: “Bende ikisinin de birbirini etkilediğini düşünüyorum. Çünkü süreçte bizim bir şeyler araştırıp ona çözüm önerisi geliştirmemiz isteniyor, onu bulmaya çalışırken düşünüyoruz, araştırıyoruz farklı şeyler görmeye çalışıyoruz, farklı şeyleri izliyoruz, farklı kişilerle iletişim halindeyiz, bilmediğimiz birçok şey öğreniyoruz. Bu öğrendiğimiz şeyler ışığında da yeni şeyler aklımıza geliyor, bu yeni şeyleri kullanıyoruz ondan sonra kullanırken yine yaratıcılığımız geliyor, yaratıcılığımızla yapıyoruz ya da bunlar sürekli birbiriyle iç içe geçmiş kavramlar ve birbirlerini çok fazla etkilediğini düşünüyorum.”

Ayrıca görüşmeye katılan öğretmen adayları, bilimsel yaratıcılığın STEM disiplinleri ile de ilişkisinin olduğunu belirtilerek, bilimsel yaratıcılığın bazen bu disiplinlerin içeriğinden yararlanılabileceğini ifade etmişlerdir.

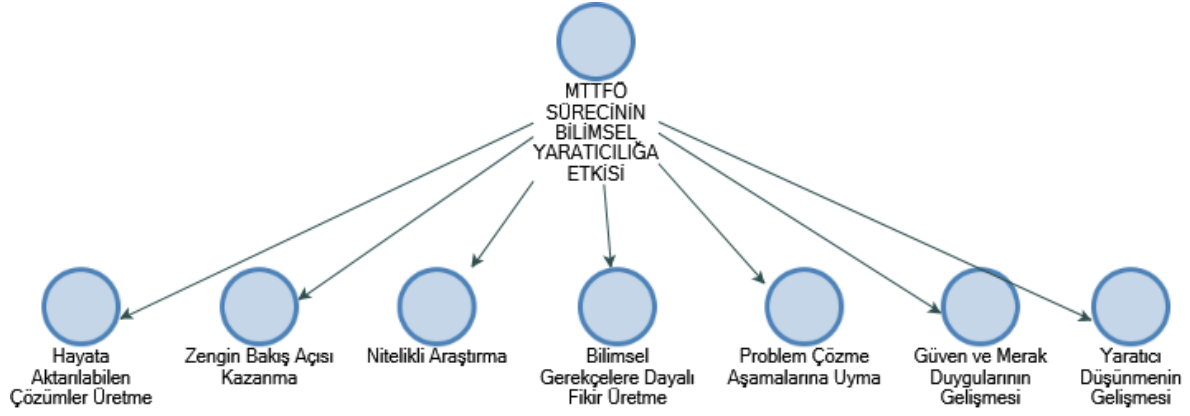
Ö5: “Mesele bir problemle farklı alternatifler sunmak ya da o problemi daha çok pekiştirmek için yani bunun için teknolojiye, fizikteki kurallara ihtiyaç duyulmaktadır. Mühendislikte ise, mesela baraj yapımı için bilgi edinmek gerekir, yani bunların hepsini birleştirip yeni bir şeyler ortaya koymak gerekiyor. Buda bizi bilimsel olarak etkiliyor.”

Ö6: “STEM’in içindeki fen bilimlerinden aldığımız bilgileri kullanarak yaratıcılık yapıyoruz.”

Öğretmen adaylarının yorumlarından da anlaşılabileceği üzere MTTFÖ süreci ve bilimsel yaratıcı düşünme süreci birbirini olumlu yönde etkilemektedir. Öğretmen adayları, problemlere çözüm üretirken hem yaratıcı düşünebilmekte hem de bilimselliği işe koşabilmektedirler. Sonuç olarak, MTTFÖ sürecinin öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcı düşünme becerisini geliştirerek problemlere etkili çözümler üretmelerini kolaylaştırdığı söylenebilir.

5.5. MTTFÖ uygulamalarının bilimsel yaratıcılığa etkisine yönelik sınıf öğretmeni adaylarının düşünceleri nelerdir?

Bu çalışma kapsamında yapılan odak grup görüşmelerinde sınıf öğretmeni adaylarına MTTFÖ uygulamalarının bilimsel yaratıcılığa etkisi sorulmuş, verilen cevapların analizi sonucunda elde edilen bulgular Şekil 34’de ve Tablo 25’de gösterilmiştir.



Şekil 34. MTTFÖ sürecinin bilimsel yaratıcılığa etkisi

Tablo 25

MTTFÖ Uygulamalarının Bilimsel Yaratıcılığa Etkisinin Odak Grup Görüşmelerine Göre Farklılaşması

MTTFÖ Sürecinin Bilimsel Yaratıcılığa Etkisi	Odak-1	Odak-2	Odak-3
	18	15	36
Hayata Aktarılabilen Çözümler Üretme	/	-	////////
Zengin Bakış Açısı Kazanma	////////	////	////////
Nitelikli Araştırma	/	//	////////// //
Bilimsel Gerekçelendirmelere Dayalı Fikir Üretme	////	////	////////
Problem Çözme Aşamalarına Uyma	//	//	//
Güven ve Merak Duygularının Gelişmesi	/	/	//
Yaratıcı Düşünmenin Gelişmesi	////////	////	////////

Şekil 34 ve Tablo 25’de görüldüğü gibi MTTFÖ uygulamaları sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel yaratıcı düşünme sürecinde değişikliklere neden olmuştur. Odak grup görüşmeleri ayrı ayrı değerlendirildiğinde öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılık sürecindeki değişimler üçüncü odak grup görüşmesinde artmıştır. Öğretmen adayları MTTFÖ uygulamalarının

hayata aktarılabilen çözümler üretme, zengin bakış açısı kazanma, nitelikli araştırma yapma, bilimsel gerekçelere dayalı fikir üretme, problem çözme aşamalarına uyma, güven ve merak duygularını geliştirme ve yaratıcı düşünme yeteneklerini geliştirme bakımından kendilerine katkı sağladığını ifade etmektedir. MTTFÖ uygulamalarının problemlere gerçek hayata aktarılabilen çözümler üretme konusunda sınıf öğretmeni adaylarına katkı sağladığı aşağıdaki ifadelerden de anlaşılmaktadır. Bu konuda öğretmen adayı Ö2'nin ifadesi şu şekildedir;

Ö2: “Mesela buzdolabı tasarlama projemizde daha çok fan kullanılmıştı, ben düşündüm ki morglar nasıl, bunun gibi buzdolabını daha fazla nasıl soğutabiliriz? Çünkü fanın çok fazla soğutmayacağını düşünmüştüm ve soğutucu gazlar olduğunu öğrendim, bunların ama biraz doğaya zararlı olduklarını öğrendim, bu fikrimden vazgeçtik daha sonra farklı elektrik sitemleriyle bir ortamın soğutulabileceğini öğrendim, dirençle bundan faydalandım pertiler denilen bir alet kullandık.”

Şeklindeki açıklamasıyla, problemler ve gerçek yaşam arasında ilişki kurduğunu ifade etmektedir. Öğretmen adayları MTTFÖ süreci boyunca zengin bakış açısıyla farklı çözümler üretmeye çalıştıklarını, eski bilgilerinin üzerine yenilerini kattıklarını ifade etmektedirler. MTTFÖ sürecinin farklı bakış açıları geliştirmeye katkısı konusunda öğretmen adayları aşağıdaki ifadeleri kullanmışlardır:

Ö4: “Ben eskiden bir karton gördüğüm zaman ondan genellikle bir defter kapağı ya da başka bir şekil yapmak aklıma gelirken şimdi ondan kutu yapmayı düşünüyorum. Yani artık daha farklı şeyler yapabileceğimi düşünüyorum.”

Ö2: “Öncelikle benim ürettiğim fikir sayısı arttı. Önceden bir problemi ilk gördüğümüzde hemen çözüm bulup geçiyorduk yani tek bir çözüm önerisi sunuyorduk ama ilerleyen süreçlerde bilimsel yaratıcılığımızın da artması ile birlikte farklı çözüm önerileri ortaya çıktı ve farklı alanlarda düşünmeye başladık. Aynı şekilde araştırmalarımızda değişti ve işte çözümün işlevselliği de arttı.”

Ö5: “Kunduzlara baraj yapımında onların yaşaması gereken su seviyesinin karşına hemen baraj kapağı geliyordu, eğer yağışlar fazla olursa akarsuyun su miktarı fazlalaşacaktı. Bizde tahliye baraj kapakları koyduk, bunlar kapalı duruyordu ama herhangi bir durumda açabilecektik.”

Bu ifadelerden hareketle MTTFÖ süreci sayesinde öğretmen adaylarının problemlere çözüm üretirken daha fazla çaba gösterdikleri ve problemlere yönelik alternatif çözümler üretme yeteneklerinin geliştiği söylenebilir.

MTTFÖ sürecinde sınıf öğretmeni adayları özellikle nitelikli bilimsel temelli araştırmalar yapmayı öğrendiklerini belirterek bu süreçte yaratıcı düşüncelerini aşama aşama geliştirdiklerini vurgulamaktadırlar. Öğretmen adayları MTTFÖ sürecinde bilimsel araştırma basamaklarını kullanarak, bilimsel kaynaklardan araştırma yaparak problemlere çözüm önerisi bulmuşlardır. Öğretmen adaylarının MTTFÖ sürecinde bilimsel yöntem basamaklarını kullandıklarına yönelik ifadeleri aşağıda verilmiştir:

Ö6: “Bilimsel yaratıcılığın araştırma aşamasında, bilgiler kontrol edebilir, birileriyle görüşme yapabilir, uzmanlara danışabilir, kitaplardan internetten videolardan izlenebilir, araştırma yapabilir, bilimsel kaynaklara ulaşılabilir.”

Ö4: “Ben öncelikle bir sorun yani sürece başlamadan önce normal yaratıcılığın daha etkili olduğunu düşünürken aslında problemlerin çözümü için bilimsel yaratıcılığın gerekli olduğunu farkettim ve bunda ilerleme kaydettiğimi düşünüyorum.”

Ö3: “Şöyle biz bu mühendislik sürecinde tasarım sürecinde işte kriterler, problem, sınırlılık, analiz bu hepsini bir araya topladığımız zaman aslında buna uygun çözüm bulmamız gerektiğini öğrendik, yani bu sayede bilimsel yaratıcılığımız da gelişti, yani bir probleme baktığımız zaman nasıl çözüm bulmamız gerektiğini bu süreç sayesinde öğrendik.”

Ö5: “Ben bir problemle karşılaştığımda onu nasıl çözebilirim diye düşünüyorum artık, mesela bunu nasıl bilimsel olarak çözebilirim ya da nasıl yeni bir şeyler katabilirim gibi şeyler aklıma geliyor.”

Bilimsel yöntemlerin kullanıldığı bu süreçte öğretmen adaylarının bilimsel gerekçelendirmelere de başvurdukları görülmektedir. Bilimden yararlanmanın aynı zamanda yapılan işten duyulan memnuniyeti artıracak ve bilimi sevmeyi sağlayacağı belirtilmektedir.

Ö3: “Bu uygulamalar bilimsel yaratıcılığı şu anlamda geliştiriyor bence, yaptığımız her adımı her basamağa bilimsel bir gerekçe sunmak durumundayız, yani her şeye bir neden bulmamız gerekiyor.”

Ö5: “Yaptığımız şeylere bilimsel temellendirme yapıyoruz, elektrik devresi mesela nasıl kurulur nasıl enerji elde edilir yani bunların hepsini bilimsel bir süreçten geçerek buluyoruz.”

Ö2: “Bu uygulamalarla gerçekten bilimi sevmediğimi ve bilimsel bakış açımın değiştiğini, bir şeyler üretebildiğimizi gördüm. Gerçekten bir mühendis edasıyla çalıştığımızı görünce, bir şeyler üretebildiğimizin farkına varınca daha fazla kendimi geliştirebileceğimi anladım. Başka ürünlerde de gerçekten hani işe yarar şeyler üretebileceğimizin farkına vardım.”

Bu araştırmada MTTFÖ sürecinin uygulandığı deney grubundaki öğretmen adayları süreç boyunca yaratıcı düşünme becerilerinin arttığını, bir şeyleri başaracaklarına olan inançlarının arttığını, *güven ve merak duygularının* geliştiğini belirterek bu durumu şöyle ifade etmişlerdir:

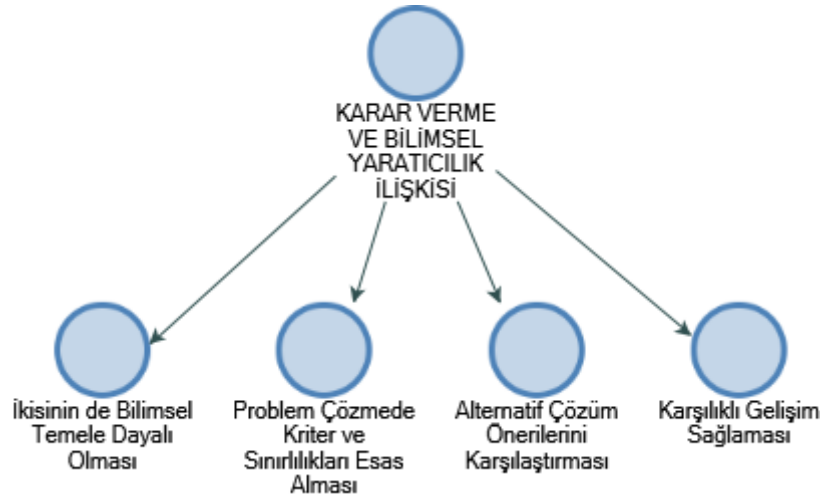
Ö2: “Eskiden aslında yaratıcı düşünebileceğimin de farkında değilmişim. Bu konuda farkındalık oluştu, gerçekten kendime güvenim de arttı. İnsanın bunu düşünebildiği sürece bir şeyleri yaratıcı olarak geliştirebileceğine inanıyorum.”

Ö4: “Artık daha geniş düşünebiliyorum, bilimsel olarak alternatifli düşünüyorum eskiden kendime bu konuda güvenim yoktu.”

Sonuç olarak, odak grup görüşmesi yapılan öğretmen adayları MTTFÖ sürecinde yaratıcı düşünme becerilerinin geliştiğini ifade etmişlerdir. Öğretmen adayları, MTTFÖ sürecinde STEM etkinlikleriyle yürütülen fen dersinde, karşılaşılan problemlere çözüm üretme ve uygulama sırasında bilimsel yaratıcılığı kullandıklarını belirtmişlerdir. Bunun da süreçle birlikte geliştiğinden bahsetmişlerdir. Ayrıca öğretmen adayları sürecin sonuna doğru farklı çözüm önerileri sunma konusunda gelişim kaydettiklerini belirtmişlerdir.

6. Sınıf öğretmeni adayları MTTFÖ sürecinde karar verme ve bilimsel yaratıcılık becerileri arasındaki etkileşimi nasıl yorumlamaktadır?

Yapılan odak grup görüşmelerinde sınıf öğretmeni adaylarına MTTFÖ sürecinde karar verme ve bilimsel yaratıcılık becerileri arasındaki ilişkiyi nasıl yorumladıkları sorulmuştur. Verilen cevapların analizi sonucunda elde edilen bulgular Şekil 35’de gösterilmiştir.



Şekil 35. Sınıf öğretmeni adaylarına göre karar verme ve bilimsel yaratıcılık ilişkisi

MTTFÖ sürecinde STEM etkinliklerine dayalı yürütülen uygulamalar, 21. yüzyıl becerilerini geliştirmeye yöneliktir. Bu süreçte sınıf öğretmeni adayları bireysel ve grupça karar verirken aynı zamanda farklı çözüm önerileri üreterek yaratıcı düşünceler de

gerçekleştirmiştir. Sınıf öğretmeni adayları karar verme ve bilimsel yaratıcılık süreçlerinin bilimsel temelli olduğunu, problem çözme aşamasında iki beceriden de yararlanılırken *bilimsel gerekçeler kullanmaya* çalıştıklarını belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının bu konuyla ilgili olarak üçüncü odak grup görüşmesinden bazı alıntılar aşağıda verilmiştir:

Ö3: *“Şimdi kararlarımızı verirken, bilimsel temelleri olan bir mantığa uygun olanları seçmeye başladık, ondan öncesinde hani bilimsel yaratıcılıktan ziyade normal yaratıcılığımızı da düşünüyorduk. Bilimsel anlamda bir şey düşünmüyorduk.”*

Ö6: *“İki beceri birlikte kullanılabilir. Karar verirken de yine bilimsel gerekçeler kullanılıyor.”*

Sınıf öğretmeni adaylarının süreç boyunca çok sık tekrarladığı kriter ve sınırlılık kavramlarından burada da bahsettikleri görülmektedir. Öğretmen adayları, gerek süreçteki karar verme aşamalarında gerekse farklı fikirler oluşturma aşamalarında *kriter ve sınırlılıkların* dikkate alınmasının oldukça önemli olduğunu belirtmiştir. Ayrıca, öğretmen adayları her iki beceriden yararlanırken de, *alternatif çözümleri karşılaştırarak*, yine kriter ve sınırlılıklarına da dikkat ederek karar verdiklerini belirtmektedirler. Bununla ilgili bazı öğretmen adaylarının ifadeleri aşağıda verilmiştir:

Ö5: *“Bir ressamın sınırlılıkları yok ya da kriterleri yok resmini istediği gibi yapabilir yansıtabilir ama biz bilimsel olarak bir şey yapıyorsak pratikte bu şekilde olmuyor, yapacağımız şeyin uygulanabilir olması lazım.”*

Ö2: *“Bizimde bu süreçte mühendislerde olduğu gibi ve bizim sınırlılıklarımız var, bizim de bu doğrultuda kriterlerimiz doğrultusunda yani yapmamız gereken şeyler var bunları kısıtlayan şeyler var. Bunlara dikkat ederek bir mühendis gibi düşünüyoruz.”*

Ö5: *“Daha önce belirttiğim gibi, iki çözüm önerisi arasında karşılaştırma yapabiliyorum, hangisinin daha uygun olduğunu daha kullanıma elverişli olduğunu bulabiliyorum, alternatifleri karşılaştırarak uygun şekilde karar verebiliyorum.”*

Sınıf öğretmeni adayları belirli konularda özellikle karar verme ve bilimsel yaratıcılık becerilerinin ilişkili olduğunu vurgulamaktadır ve genel olarak da bu becerilerin birbirini karşılıklı olarak etkilediğini ifade etmektedir. Odak grup görüşmesinde kendileriyle görüşme yapılan sınıf öğretmeni adayları karar verme ve bilimsel yaratıcılık becerileri arasında olumlu yönde bir ilişkinin olduğunu aşağıdaki şekilde ifade etmişlerdir:

Ö1: “Biz grupça, karar verirken bilimsel yaratıcılık aşamalarının hepsini kullanıyoruz.”

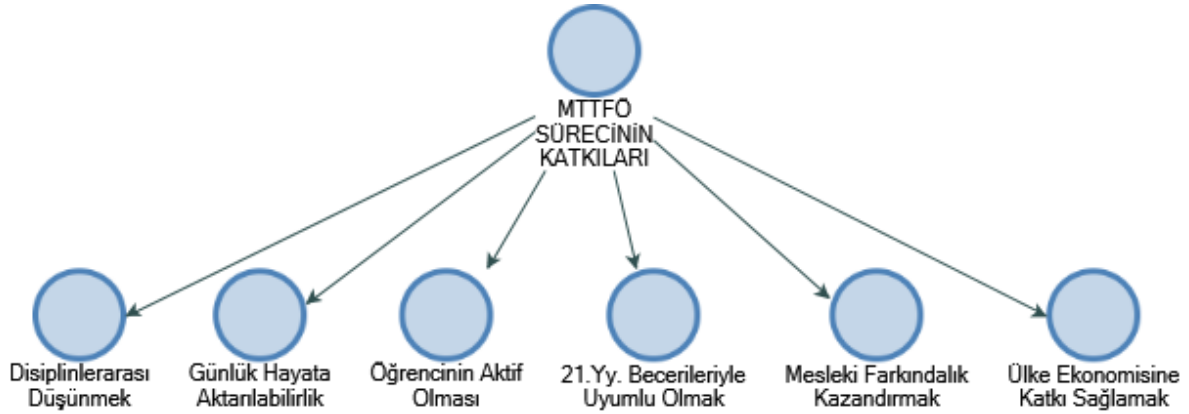
Ö4: “Aslında, bilimsel yaratıcılık karar verme sürecini etkiliyor. Bir bireyin bilimsel yaratıcılığının gelişmiş olması karar vermesini hızlandırıyor ve daha doğru kararlar vermesini sağlıyor, aynı zamanda verdiği kararlarda zamanla bilimsel yaratıcılığın gelişmesine katkı sağlıyor.”

Ö1: “Hocam karar verme bilimsel yaratıcılık arasında bir ilişki olduğunu düşünüyorum. Çünkü şu şekilde biz karar verirken problemi tanıyoruz, farkına varıyoruz, kurallar üretiyoruz, hipotezler geliştiriyoruz, bundan dolayı, karar verme aşamasının içinde bilimsel yaratıcılık var, diyebiliriz.”

Odak grup görüşmeleri değerlendirildiğinde; MTTFÖ süreci ile uyumlu görülen karar verme ve bilimsel yaratıcılık becerilerinin bilimsel araştırma süreci ile de uyumlu olduğu gözükmektedir. Öğretmen adayları günlük hayatta karşılaştıkları problemlere çözüm üretirken bilimsel temellendirmeler yaptıklarını belirterek, bilimsel destekli düşünerek farklı çözümler ortaya koyduklarını açıklamışlardır. Özellikle mühendislik tasarım döngü planlarında da farklı çözüm önerileri ürettikten sonra bunların içinden en iyisini seçme durumunda öğretmen adaylarının kriter/sınırlılığı ve bilimsel gerekçeleri esas alarak seçimleri yaptıkları görülmektedir.

7. Sınıf öğretmeni adaylarının MTTFÖ sürecinin sağladığı katkılar hakkındaki görüşleri nelerdir?

Yapılan odak grup görüşmelerinde sınıf öğretmeni adaylarına MTTFÖ sürecinin sağladığı katkılar hakkındaki görüşleri sorulmuştur. Verilen cevapların analizi sonucunda elde edilen bulgular Şekil 36’da gösterilmiştir.



Şekil 36. Sınıf öğretmeni adaylarının MTTFÖ sürecinin sağladığı katkılar hakkındaki görüşleri

Sınıf öğretmeni adayları, MTTFÖ sürecinde STEM etkinlikleriyle yürütülen bu uygulamaların kendilerine ne gibi katkılar sağladığı veya hayatlarında ne tür değişikliklere sebep olduğu konusunda açıklamalarda bulunmuşlardır. Öğretmen adayları özellikle, STEM etkinliklerinde fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini birlikte kullandıklarından *disiplinler arası* bir bakış açısı geliştirdiklerini ve disiplinlerarası düşünmenin önemini fark ettiklerini belirtmişlerdir. STEM disiplinlerinin bir arada kullanılması için düşünme tarzının da çok yönlü olması gerekmektedir. Dolayısıyla öğretmen adayları farklı disiplinler arasında geçiş yaparak zengin içerikler elde edebileceklerini belirtmişlerdir.

Ö2: “Bu süreç boyunca farkettiğimiz şey şuydu, STEM diyoruz aslında biz sadece fen bilgisi eğitimi aldığımızı düşünüyorduk ama bunun içinde bile matematik, mühendislik ve teknoloji var bu da bize farklı dersler arasında geçişler yapabileceğimizi öğretti. Sadece fen alanında değil fende öğrendiğimiz bir konuyu matematikte de uygulayabiliriz, teknoloji bilgisayar dersinde de uygulayabiliriz ve bunu aslında müziğe beden eğitimine bile aktarabiliriz, bunu farkettilik. ”

Ö3: “Biz ilk başta kâğıda çizdiğimiz resimleri teknolojik olarak bilgisayar ortamında üç boyutlu çizdiğimiz zaman bazı şeylerin oturmadığını gördük, bunları nasıl farklı şekilde çizebiliriz diye düşünmeye başladık. Aynı şekilde tasarımıımızda matematiğin yanında teknolojiyi de kullanmamız bazı problemleri görmemizi sağladı. Bu yüzden bu dört disiplinin birlikte kullanılması çok faydalı olacaktır.”

Sınıf öğretmeni adayları, MTTFÖ sürecinde, bütünleşik STEM anlayışına uygun disiplinler arası hareket ettiklerini ve dört disiplinden nasıl yararlandıklarını açıklamışlardır. Öğretmen adayları, *fen disiplinin*den; temel bilgi edinmek, fizik, kimya, biyoloji vb. bilimlerden yararlanmak, problemlere çözüm yolları bulmak amacıyla faydalandıklarını açıklamışlardır. *Teknoloji disiplinin*den; bilgisayar programlarından, çeşitli kodlama içerikli yazılımlardan, çizim tekniklerinden, internetten araştırma yapmak amacıyla yararlandıklarını belirtmişlerdir. *Mühendislik disiplinin*den; mühendisler gibi hesap ve çizim yaparken ve mühendislik tasarım döngüsünü kullanırken yararlandıklarını söylemişlerdir. *Matematik disiplinin*den ise yükseklik, boyut, uzaklık, kilowatt, zaman, hacim-kütle, eğim, maliyet, hesaplama, analitik düşünme, dört işlem, geometrik şekillerden yararlanma, ölçeklendirme, orantılama gibi konularda yararlandıklarını ifade etmişlerdir.

MTTFÖ sürecinde önemli olan noktalardan birisi de çözümlerin günlük hayata uygun olmasıdır. Problemlerin günlük hayattan seçilmesi, STEM disiplinlerin bir arada kullanılmasını ve yorumlanmasını sağlayacak önemli bir etkidir. Bu problemlere uygun geliştirilecek olan çözümlerinin de *gerçek hayatta kullanılıyor* olması gerekir. Benzer sebeplerle, sınıf öğretmeni adayları da ortaya çıkacak olan ürünlerin öğrencilerin günlük hayatında işlerine yarayacağını düşündükleri ve onların yeni şeyler üretebilecekleri için *bu uygulamalara aktif olarak katılabileceklerini* ifade etmişlerdir.

Ö6: “Bir problem belirleyip, ona çözüm bulamamızın amacı, günlük hayattaki sorunlara uygun çözümler bulabilmektir. Bunu yaparken de bilimsel bilgilerimizden yararlanmak, teknolojiden, matematikten, mühendislikten yararlanmak gerekir.”

Ö1: “Şunu da eklemek istiyorum, bu süreçle uyguladığımız dersler sadece teoride kalmamış oluyor hani öğrenciler bu bizim günlük hayatımızda ne işe yarayacak, ilerde ben bu bilgileri ne yapabilirim diye düşünmek zorunda kalmayacaklar.”

Ö3: “Biz bu uygulamaları yaptığımız süre boyunca bütün öğrencilerimiz derse aktif bir şekilde katılmış olacak.”

Sınıf öğretmeni adayları, MTTFÖ sürecinin 21. yüzyıl standartları ile uyumlu olduğu, bu yüzyılın gerektirdiği bilgi ve becerileri karşılamaya yönelik olduğu görüşündedir. Bu şekilde yürütülen derslerin çıktılarında biri de öğrencilerin *21. yüzyıl becerilerini kazanabilmeleri* olacaktır. MTTFÖ sürecinde hedeflenen bütünleşik STEM eğitimiyle 2018 yılında güncellenen fen bilimleri dersi öğretim programında yer alan; bilimsel süreç becerileri, yaşam becerileri (analitik düşünme, karar verme, yaratıcı düşünme, girişimcilik, iletişim ve takım çalışması) ve mühendislik ve tasarım becerileri (inovatif düşünme) gibi becerilerin geliştirileceği düşünülmektedir. Yapılan görüşmeler ve mühendislik tasarım döngü formları incelendiğinde de, öğretmen adaylarının eleştirel düşünme, yenilikçi fikirler üretme, grup çalışması ve etkileşimi, analitik hesaplamalar yaparak düşünme gibi becerilerinin süreç içinde geliştiği görülmektedir. 21. yüzyıl eğitim hedeflerinden birisi de *ülkenin kalkınmışlık düzeyinin artırılması*dır. Bunun için yetiştirilecek olan yeni neslin *mesleki arkındalığa* sahip olması oldukça önemlidir. Öğretmen adayları da bu uygulamaların üreten bir nesil yetiştirmeye katkı sağlayacağını belirtmektedir. Bununla ilgili ifadeler aşağıda yer almaktadır:

Ö4: “Aynı zamanda bunu eğitim sisteminde uyguladığımız zaman öğrenciler 21. yy becerilerini de kazanmaya başlamış olacaklar.”

Ö6: “Çünkü amaçlanan şey, 21. yy becerilerine sahip olan bireyler yetiştirmek.”

Ö1: “Bir öğretmen adayı olarak onların bu yönlerini tetikleyerek, destekleyip geliştirerek onların mesela bir kalıba sokulmasından ziyade çok yönlü düşünen, eleştirel düşünen, ilerde meslek haytalarında da o şekilde kendilerinin farkında olan, üreten bireyler yetiştirmeyi hedefliyorum.”

Ö2: “Bu uygulamalarla öğrencilerin mühendislik ve üretimle ilgili mesleklere olan ilgileri artabilir, meslekleri tam olarak kavrayarak ilgili alanın aslında nerelerde kullanılacağını, o alanda insanların neler yaptıklarının farkına varmaları da sağlanabilir, öğrencilerimiz için güzel bir uygulama olduğunu düşünüyorum.”

MTTFÖ süreci ile yürütülen bütünleşik STEM etkinliklerinin 21. yüzyıl beklentilerinin bir kısmını karşıladığı, gelecek nesillere üretim toplumu olma yolunda yön gösterdiği ve geleceğin meslekleri için farkındalık kazandıracağı yorumu yapılabilir. Disiplinler arası düşünme eğitimiyle sürdürülebilir çözüm odaklı bireylerin yetiştirilmesi kalkınmış toplum için bir gerekliliktir. Öğretmen adaylarına meslek yaşantılarında derslerini nasıl yürütecekleri konusunda rehberlik etmek oldukça önemlidir. Ülkenin gelişmişlik seviyesini belirleyecek olan geleceğin nesillerini, 21. yüzyıla ayak uyduracak şekilde hazırlamak gerekmektedir. MTTFÖ uygulamalarının bu hazırlığı kolaylaştıracağı düşünülmektedir.

BÖLÜM V

SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu araştırmada, mühendislik tasarım temelli fen öğretimi sürecinde STEM'in içerik entegrasyonuna yönelik uygulamalar yapılmıştır. Bu bölümde çalışmadan elde edilen sonuçlar, araştırmanın problem cümlelerine göre düzenlenip, literatürdeki ilgili araştırmalarla karşılaştırılarak yorumlanmıştır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara yönelik önerilerde bulunulmuştur.

5.1. Karar Verme Becerisi ile İlgili Sonuçlar

Bu araştırmada, MTTFÖ sürecinin sınıf öğretmeni adaylarının karar verme becerilerine olan etkisi incelendiğinde; MTTFÖ sürecinin sınıf öğretmeni adaylarının karar verme becerisi üzerindeki etkisi incelendiğinde; uygulama öncesi deney ve kontrol grubundaki sınıf öğretmeni adaylarının karar verme becerisi ön test ortalama puanlarının birbirine yakın olduğu tespit edilmişken; uygulama sonrasında sınıf öğretmeni adaylarının karar verme becerisi son test ortalama puanlarının deney grubu lehine yüksek çıktığı ve gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmuştur. Bu çalışmada MTTFÖ uygulamaları sınıf öğretmeni adaylarının karar verme beceri ortalama puanlarını büyük bir etkiyle olumlu şekilde artırmıştır. Bozkurt (2014) mühendislik tasarım temelli öğretimin

fen bilgisi öğretmen adaylarının karar verme becerilerine etkisini incelemiş ve bu çalışmayla benzer sonuçlara ulaşmıştır. Bozkurt (2014) mühendislik tasarım temelli fen eğitimi sonrasında fen bilgisi öğretmen adaylarının karar verme beceri ortalama puanlarının arttığını belirterek, karar verme becerisi ön test ve son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunduğunu, bu farkın etki büyüklüğünün geniş etki olduğunu ve sonuç olarak da mühendislik tasarım temelli fen eğitiminin öğretmen adaylarının karar verme becerisine olumlu katkılar sağladığını ifade etmektedir. Benzer şekilde Ercan (2014) ilköğretim 7. sınıf öğrencileri ile yaptığı çalışmada fen bilimleri dersindeki ‘Kuvvet ve Hareket’ ünitesini mühendislik tasarım temelli olarak yürütmüş ve uygulamalar sonunda öğrencilerin karar verme becerisi, akademik başarıları ve mühendislik disiplinleri ile ilgili yeterliklerinin geliştiğini tespit etmiştir. Ercan (2014) bu çalışmanın sonucunda ortaokul öğrencilerinin karar verme becerisi ön–son test puan ortalamaları arasında son test lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu bildirmiştir. Benzer şekilde Ercan ve Bozkurt (2013) ortaokul öğrencileri ile yürüttükleri çalışmada mühendislik tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin karar verme becerisine olumlu katkılar sağladığı sonucuna ulaşmışlardır (Bozkurt’tan aktaran Ercan, 2014). Öncelikle ABD’deki rekabet gücünü koruma ve teknolojik gelişmeleri yakından takip etme politikalarıyla araştırma-sorgulamaya dayalı yürütülen derslerden tasarım temelli öğretilere ağırlık verilmeye başlandığı K-12 eğitim anlayışında mühendislik disiplinini ön plana çıkarmak için 2006 yılında NAE ve NRC mühendislik komitesi fen, matematik, teknoloji ve mühendislik disiplinlerinin yer aldığı K-12 müfredatının hazırlanmasına rehberlik etmiştir (NAE & NRC, 2009). Mühendislik tasarım sürecinde, ilk önce bir problem belirlenmektedir, bu problem tanımlandıktan sonra çözüm için belirlenen kriter ve sınırlıklara dikkat edilerek bir çözüm önerisi sunulmaktadır. Bu öneriler değerlendirilerek sorgulama yapıldıktan sonra en iyi çözüm önerisinin belirlenmesiyle prototip oluşturulmakta ve çözüm önerisi hayata geçirilerek test edilmektedir. Bu sırada çözüm önerisi gerekirse tekrar revize edilmektedir (Koehler

vd., 2005). Adair (2000) karar verme sürecinde problemin belirlenmesi için gerekli bilgilerin toplanması, sonuç için uygun seçeneklerin belirlenmesi, uygun seçenekler arasından uygun kararın verilmesi ve bu kararın uygulanması gibi beş adımlı bir yaklaşımdan bahsetmektedir. Kayser (2011) benzer şekilde, problem çözme sürecini; problemi tanımlama, analiz etme buna göre olası çözüm önerisi geliştirme, amaca uygun çözüm önerisi için karar verme, çözümü uygulama ve değerlendirme olarak ifade etmektedir. Mühendislik tasarım sürecinde problemlere uygun çözümler üretmek için problem çözme aşamaları kullanılmaktadır. Problemler çözülürken dikkat edilmesi gereken önemli noktalardan biri de problemlere çözüm önerisi üretirken karar verme sürecinin oldukça önemli bir yere sahip olmasıdır. Bu çalışmadaki MTTFÖ süreci ile yürütülen uygulamalar sonunda sınıf öğretmen adaylarının karar verme becerilerinin güçlü yönde geliştiği söylenebilir. Benzer şekilde Dym, Wood ve Scott (2002) yaptıkları çalışmada çözüm önerilerini karşılaştırmada bazı zorluklar olsa da mühendislik sürecinde etkili karar vermenin mümkün olabileceğini belirtmişlerdir.

Bu araştırmanın nicel sürecinde KVBT kullanılarak elde edilen karar verme beceri ortalama puanları değerlendirildiğinde; MTTFÖ sürecinde sınıf öğretmeni adaylarının belirli kriterleri esas alarak alternatifler arasından seçim yaparak doğru karar verebilme becerilerinin geliştiği görülmüştür. Araştırmanın nitel boyutunda ise sınıf öğretmeni adaylarının karar verme becerilerinin nasıl geliştiği ve karar verme sürecinin nasıl olduğu araştırılmıştır. Bunun için öğretmen adaylarıyla süreç boyunca üç odak grup görüşmesi yapılmış ve bu görüşmelerden elde edilen veriler analiz edilmiştir. Bu sonuçlar mühendislik tasarım süreç formlarındaki bilgilerle desteklenerek sınıf öğretmeni adaylarının MTTFÖ uygulamalarında nasıl karar verdikleri ve karar verme ile ilgili düşünceleri açığa çıkarılmıştır. Bu çalışmada sınıf öğretmeni adayları MTTFÖ sürecinde haftalık tasarım görevlerini yapmaya başlarken en iyi çözüme ulaşmak için bireysel ve grupla karar verme süreci yaşadıklarını ifade etmişlerdir. Sınıf öğretmeni adayları hem bireysel hem de grup fikirlerinin karar verme sürecinde önemli bir etkiye sahip olduğunu

belirterek karar verme sürecinde, verilen günlük hayat probleminin çözümüne uygun olarak önce bireysel düşündüklerini, daha sonra problemin kriter ve sınırlılığına dikkat ederek bireysel çözüm önerileri hakkında detaylı bir araştırma yaptıklarını, daha sonra bireysel çözüm öneri arasından en uygun olana karar verdiklerini belirtmişlerdir.

Benzer şekilde Kolodner vd. (2003) yaptığı çalışmada öğrencilerin tasarım sürecinde öncelikle bireysel fikirlerini öne sürdüklerini, bu fikirlerinin ispata dayalı olması için bilimsel temelli araştırmalar yaptıklarını ve daha sonra bu öğrenilenler ışığında grupça tartışıp karar vererek birlikte uygulama yaptıklarını ifade etmektedir. Skorepa (2010), kişilerin bireysel karar verme sürecinde tecrübeleri, bilgileri, eğitim durumları, uygulamaları, biyolojik ve psikolojik yetenekleri, finansal durumları, teknik bilgileri, zamanı yönetmeleri gibi kişisel faktörlerin önemli olduğunu belirtmektedir. Benzer şekilde bu çalışmada da sınıf öğretmen adayları hem odak grup görüşmelerinde hem de mühendislik tasarım temelli süreç formlarında bireysel fikirlerini açıklarken ve bireysel prototiplerini çizerken kendi bakış açılarına göre bilimsel yolla çözüm önerisi ürettiklerini açıklamışlardır. Sınıf öğretmen adayları bireysel çözüm önerisi üretme aşamasından sonra grupla bir karar verme süreci yaşadıklarını belirterek; ortak bir problemten yola çıktıklarını ifade etmişlerdir. Sürecin başında bazı gruplarda bir grup problemi belirlenmeksizin her grup üyesi farklı problemlere farklı çözüm önerileri üretmiştir. Bu durumda sağlıklı bir karar verme süreci yaşanmayacağının anlaşıldığını belirten öğretmen adayları daha sonraki uygulamalarda ortak bir problemten yola çıkarak, problemi tanımladıklarını ve karar verme matrisinde bireysel çözüm önerilerinden kriteri fazla ve sınırlılığı az olan fikirler başta olmak üzere birkaç fikri sentezlemek yolunu da kullanarak en iyi çözüm önerisine grupça karar verdiklerini açıklamışlardır. Schulte-Mecklenbeck vd. (2011) modern karar araştırmalarında alternatif kararların yer aldığı karar verme matrislerinin kullanıldığını ve bu matrislerin araştırmacılara yol göstereceğini belirtmektedir. Bozkurt (2014) yaptığı çalışmada öğretmen adaylarının MTTF öğretimi süresince kriter ve sınırlıkları daha iyi

değerlendirerek karar verme matrislerini kullanmada gelişim gösterdiklerini ifade etmektedir. Benzer şekilde bu araştırmada da özellikle mühendislik tasarım temelli süreç raporundaki veriler değerlendirildiğinde, sınıf öğretmeni adaylarının karar verme matrislerindeki kriter ve sınırlılıkları hem nitelik hem de nicelik açısından daha etkili yazarak, seçimlerini belirlerken kullandıkları ölçütler konusunda daha anlaşılır bir süreç izledikleri görülmüştür. Özellikle seçtikleri en iyi çözüm önerisinin sebebini açıklarken bilimsel açıklamalarda bulunmuşlardır.

Sınıf öğretmeni adayları en iyi çözüm önerisini belirleme aşamasında grupça hareket ederek, takım halinde birlikte çalıştıklarını belirtmiştir. Benzer şekilde Adair (2000) da karar verme sürecine başkalarının da dâhil olmasının süreci zenginleştirdiğini ifade etmektedirler.

Sınıf öğretmeni adayları karar verme sürecinde grup arkadaşları dışında başka kaynaklara da başvurarak araştırma yaptıklarını belirtmektedir. Öğretmen adaylarının karar verme sürecinde temel olarak uzman kişilere, kitaplara ve internete başvurdıkları görülmektedir. Mühendislik tasarım temelli süreçte öğretmen adayları teknolojik alt yapı ve kodlama setlerinin kullanılması gibi konularda uzman kişilerden; fen ve matematik disiplinleri ile ilgili kazanımlarda lisedeki öğretmenlerinden; fen, matematik, teknoloji, mühendislik alanları ile ilgili öğrenim görmekte olan lisans öğrencilerinden, elektrik-elektronik mühendislerinden, inşaat mühendislerinden ve teknikerlerden yardım aldıklarını belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının ayrıca araştırılacak konuyla ilgili bilgiye ulaşmak için kitaplardan ve internetten yararlandıkları görülmektedir. Öğretmen adayları interneti kullanırken daha çok bilimsel makale okuyup, video izlediklerini ifade etmektedir. Sürecin başında problemlere uygun çözüm önerileri belirlerken internetteki videolarda var olan hazır çözümlerin benzerlerini seçtiklerini belirten öğretmen adayları sürecin ilerlemesiyle bu durumun değiştiğini ve interneti sadece yardımcı kaynak olarak kullandıklarını ve tasarımların özgün olmasına dikkat ettiklerini belirtmişlerdir.

Kayser (2011) yaptığı araştırmada bu çalışmayla benzer şekilde, karar verme sürecinde etkili bir sonuç almak ve başarıya ulaşmak için uzmanların fikirlerinden yararlanmak gerektiğini bildirmiştir. Uzmanların görüşleri o konuyla ilgili gerçeklerin tüm yönleriyle görünmesine yardımcı olabilir. Bu araştırma da sınıf öğretmeni adayları yapılan uygulama süreci ilerledikçe doğru, hızlı ve etkili karar verebilmek için gerek okul ortamında telefonla görüşerek gerekse okul dışında uzman kişileri ziyaret ederek gereken bilgileri öğrenmiş ve edindikleri bilgileri grup arkadaşları ve tüm sınıfla paylaşmışlardır. Dym, Agogino, Eris, Frey ve Leifer (2005) çalışmasında tasarım sürecinde sorgulayarak karmaşık olan durumları aydınlatmak için işbirliği içinde çalışmanın öneminden bahsetmiştir. Bu araştırmada da sınıf öğretmeni adayları bireysel ve grupla karar verme süreçlerinde başvurdukları kaynakları grup arkadaşlarıyla paylaşarak işbirliği içinde hareket etmişlerdir. Benzer şekilde Mentzer (2011) de çalışmasında mühendisliğin kritik unsurlarından bahsederken karar verme ve takım çalışmasının önemini vurgulamaktadır.

Sınıf öğretmeni adaylarıyla yapılan odak grup görüşmelerinde karar verme süreçlerinde sıklıkla kriter ve sınırlılık kavramlarından bahsedildiği görülmüştür. Xu ve Yang (2001) çalışmasında çok kriterli karar verme kavramından bahsetmektedir. Araştırmacılara göre günlük hayatta karşılaşılan bir probleme kriterler arasından iyi bir analiz yapılarak elde edilmiş olan seçim, ideal çözüme ulaşmak için oldukça önemlidir. Xu ve Yang (2001)'in bahsettikleri karar verme süreci bu çalışmadaki karar verme süreciyle benzerlik göstermektedir. Proctor (2005)'a göre, günümüz rekabet anlayışının gereği problem çözme ve karar verme stratejilerinin gelişmiş olması gerekmektedir. Karar verirken birden fazla olasılık arasından belli şartlara bağlı kalmadan birden fazla seçenek oluşturmak ve bunlar arasından seçim yapmak önemlidir. Koehler vd. (2005) problem çözerken, karar verme süreçlerini teşvik ederken olası çözümlerin içindeki sınırlılıklara dikkat edilerek seçimler yapılması gerektiğini vurgulamaktadır. Benzer şekilde Jonassen (2011) lise ve üniversite öğrencilerinin mühendislik tasarım problemlerini çözme aşamasında belirlenen hedefler doğrultusunda sınırlılıkları göz önüne alarak seçim

yapması gerektiğini belirtmektedir. Bozkurt (2014) yaptığı çalışmada öğretmen adaylarının MTTF öğretimi sürecinde küçük tasarımlardan yola çıkarak büyük tasarımlara ulaştıklarını, bu uygulamanın kriter ve sınırlılıkları belirlemede öğretmen adaylarının ilerleme kaydetmesine yardımcı olduğunu belirtmiştir. Bozkurt (2014)'a göre öğretmen adaylarının problemi tanımlayarak ihtiyaçları tespit etmesi kriter ve sınırlılıkları belirlemede yardımcı olur. Yukarıdaki araştırma sonuçlarıyla benzer şekilde bu çalışmada da sınıf öğretmeni adayları MTTFÖ süreci ilerledikçe probleminden yola çıkıp, problemi iyi tanımlayıp, iyi analiz etmeye başlamış, kriter ve sınırlılıkların belirlenmesi aşamalarında daha dikkatli davranarak gelişme kaydetmişlerdir.

Bu araştırmada sınıf öğretmeni adayları özellikle grupça karar verme aşamasında karar verme matrislerinden bahsetmişlerdir. Bu karar verme matrislerinde öğretmen adayları tarafından en çok vurgulanan kriterler; çözümün ihtiyaca uygun olması, hayata aktarılabilir olması, mantığa uygun olması, gerçek boyuta yakın olması, düşük maliyetli olması, kolay ulaşılabilir malzemelerden oluşması ve dayanıklı olması vb. iken en çok vurgulanan sınırlılıklar ise; tasarım sürecindeki zamanlamanın yetersiz olması, bilginin eksik olması, internetteki bilgi kirliliği, çözümün uygulanabilir olmaması, maliyetinin yüksek olması, zor ulaşılabilir malzemedan oluşması gibidir. Bu çalışmada öğretmen adaylarının üzerinde durdukları kriterlere benzer şekilde Adair (2000) karar vermede belirli ölçütlere dikkat etmek gerektiğini belirterek bu ölçütlere çözümler için hızlı, mantıklı, faydalı ve az maliyetli olması gerektiğini ifade etmişlerdir. Xu ve Yang (2001) ise, ideal çözüme ulaşmak için maliyetli kriterlerin az olmasının önemini vurgulamaktadır. Skopera (2010) problem çözme ve karar vermenin etkileşiminden bahsederek problem çözümlerinde en hızlı, en güvenilir, en basit vb. kriterlerin esas alınması gerektiğini belirtmiştir.

Sınıf öğretmeni adayları ile yapılan odak grup görüşmelerinde öğretmen adayları karar verme süreci ile ilgili yetersiz buldukları durumları ifade ederek bu durumlara karşı bazı önerilerde bulunmuşlardır. Öğretmen adaylarının MTTFÖ sürecinde karar verirken

karşılaştıkları yetersizlikler daha çok sürecin başında ifade edilmiş olup bunlardan bazıları; problemi tanımlayamamak, kriter ve sınırlılığın farkında olmamak, kriter ve sınırlılıklara dikkat etmemek, var olan bilgileri kullanıp yeni şeyler bulmamak, prototip çizimlerini uygun şekilde yapamamak, daha yüzeysel detaysız araştırmalar yapmak, bu süreç sonunda ürün elde etme kaygısına sahip olmak, süreci tam anlamadan acele kararlar vermek, matematik disiplininin daha az yararlanmak ve çizim yaparken gerçek boyutlara göre oranlayamamak şeklinde sıralanabilir. Öğretmen adayları bu yetersizliklerin ortadan kalkması için, problemi doğru tanımlayabilmek, sınırlılıkları azaltmak, bilimsel kaynaklara başvurmak, detaylı araştırmalar yapmak, ürün kaygısından uzaklaşıp süreç odaklı olmak, süreyi etkili kullanmak, çok sayıda uzman desteği almak, grup etkileşimini sağlamak ve ürünleri test etme aşamasını göz ardı etmemek gibi önerilerde bulunmuşlardır. Sınıf öğretmeni adayları MTTFÖ sürecinde yetersiz gördükleri durumların birçoğunu ortadan kaldırmaya yönelik önerilerde bulunmuşlardır. Hynes vd. (2011)'nin mühendislik süreçlerinde kullanılan problemlerin tanımlanması, bununla ilgili araştırmaların yapılması, fikirlerin ifade edilmesi, ürünün test edilmesi ve değerlendirmesinin yapılması gibi özellikle vurguladığı aşamalara bu çalışmaya katılan sınıf öğretmeni adaylarının dikkat ettiği görülmektedir. Yine Mentzer (2011)'in vurguladığı mühendisliğin altı kritik unsuru olan problem tanımı, çözüm geliştirme, analiz etme, deneme, karar verme ve takım çalışması aşamaları bu çalışmadaki öğretmen adayları tarafından uygun şekilde gerçekleştirilmiştir.

Sınıf öğretmeni adaylarının MTTFÖ uygulamaları boyunca karar verme süreçlerindeki değişiklikler ile ilgili ifadeleri incelendiğinde, özellikle sürecin ortasında ve sonundaki üçüncü odak grup görüşmelerinde doğru karar verme sürecinin gerçekleştiği görülmektedir. Öğretmen adayları kendi karar verme süreçlerindeki değişikliklerden daha çok uygulamanın ortasında ve sonunda bahsetmektedir. Öğretmen adaylarının karar verme sürecindeki değişikliklerin ne olduğu ile ilgili açıklamalarında ilk önce 'problemi ayrıntılı tanımlayabilmek' ifadesi dikkat çekmektedir. Öğretmen adayları, mühendislik

tasarım sürecinin ilk adımı olan problemi tanımlama aşamasını sürecin başında tam olarak anlamadıklarını ifade etmektedir. Süreç ilerledikçe, öğretmen adayları tarafından problemin süreci başlatan en önemli aşama olduğu anlaşılarak bunun ayrıntılarıyla tanımlanması gerekliliği fark edilmiştir. Bu sonuca benzer şekilde literatürde de problemi tanımlamanın öneminden bahsedilmektedir. Koehler vd. (2005) mühendislik tasarım sürecinde ilk önce problemin tanımlanması gerektiğini belirtmektedir. Hynes vd. (2011) mühendislik süreçlerinin problemin tanımlanmasıyla başladığını ifade etmektedir. Bu çalışmada öğretmen adayları detaylı ve özellikle bilimsel temelli araştırma yapmanın öneminden bahsetmektedir. Mühendisler de benzer şekilde tasarlayacakları ürün için detaylı veriler toplayıp analiz ederek en faydalı olanı belirlemeye çalışmaktadır (NRC, 2012). Kolodner vd. (2003) öğrencilerin bilimsel deneyimler elde etmesi için bilimsel bilgiden yararlanmaları gerektiğini vurgulamıştır. Bu araştırma da öğretmen adayları karar verirken süreç ilerledikçe daha fazla bilimsel bilgiden yararlandıklarını ifade etmektedir. Bu sonuçla ilişkili olarak odak grup görüşmelerinde öğretmen adayları sürecin başında daha geniş çaplı düşünmek konusunda vurgu yaparken süreç ilerledikçe bilimsel bakış açısıyla düşündüklerini ve belirli kriterleri dikkate aldıklarını belirtmişlerdir. Dolayısıyla süreç sonundaki görüşmelerde geniş çaplı düşünme konusunu daha az ifade etmişlerdir.

Sınıf öğretmeni adaylarının başlangıçta sahip oldukları materyal tasarımı uygulamaları algısı yerini tasarım odaklı süreç algısına bırakmıştır. Öğretmen adayları tarafından asıl önemli olanın bu süreçte geliştirilecek becerilerle bir şeyler üretme çabası olduğu belirtilmektedir. Öğretmen adayları bu sürece aktif katılarak yeni şeyler üretme konusunda özgüvenlerinin arttığını belirtmektedirler. Kolodner vd. (2003) benzer şekilde, tasarım sürecinde başarısızlıkların giderilmesi için eksikliklere ve dönütlere verilecek olan önemden bahsederken bunların yapılmasının bireylerin kendine olan güvenlerini de artırabileceğini belirtmektedir. Uygulamalardan sonra öğretmen adayları kriter ve sınırlılığa dikkat etmenin düşünce biçimlerinin bir parçası haline geldiğini ifade

etmişlerdir. Ayrıca süreç sonunda uygulanabilir ve çözüm odaklı düşünme bererilerinin geliştiğini, prototip çiziminde gerçeğe yakınlığa dikkat ettiklerini ürünlerinin mutlaka test edilmesi gerektiğini ve bu sürecin kendileri için çok faydalı olduğunu belirtmişlerdir. Benzer şekilde literatürde de mühendislik tasarım sürecinde uygun prototipin çizilmesi kadar bunu hayat geçirebilmek için uygulanabilir bir ekonomik temele dayandırılması üzerinde durulmuştur (NRC, 2012).

Sınıf öğretmeni adayları MTTFÖ uygulamaları ile kendilerindeki karar verme süreçlerinin geliştiğini belirtmektedirler. Bu durumla ilgili araştırmanın nicel sürecinden elde edilen bulguları açıklamaya yönelik yürütülen nitel süreçte elde edilen bulgular birbirini destekler niteliktedir. MTTFÖ süreci deney grubu sınıf öğretmeni adaylarının karar verme becerileri üzerinde oldukça büyük bir etki sağlamıştır. Bu durumun karar verme sürecine nasıl etki ettiği ise nitel süreçle ayrıntılı şekilde açığa çıkarılmaya çalışılmıştır. İlgili alan yazında öğretmen eğitiminde mühendislik tasarım temelli uygulamaların karar verme becerisine etkisini araştıran iki araştırmaya rastlanmıştır. Bunlardan biri Bozkurt (2014) tarafından yürütülen MTTF öğretim sürecinin fen bilgisi öğretmen adaylarının karar verme becerilerine etkisi; diğeri de Ercan (2014) tarafından yürütülen tasarım temelli fen eğitiminin ilköğretim yedinci sınıf öğrencilerinin karar verme becerilerine olan etkisi başlıklı çalışmalardır. Bu araştırmanın bağımlı değişkenleri olan karar verme becerisi, bilimsel yaratıcılık ve mühendislik tasarım becerilerinin birlikte ele alındığı ilkokul fen bilimleri dersi kazanımları ve öğretmen adaylarıyla ilgili yapılmış mevcut bir çalışmaya rastlanmamıştır.

5.2. Bilimsel Yaratıcılık İle İlgili Sonuçlar

Araştırmanın MTTFÖ sürecinin sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel yaratıcılıkları üzerindeki etkisi incelendiğinde; MTTFÖ süreci öncesi deney ve kontrol grubu sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel yaratıcılık ön test ortalama puanlarının birbirine yakın olduğu görülmektedir. MTTFÖ süreci sonrası deney ve kontrol grubundaki sınıf

öğretmeni adaylarının bilimsel yaratıcılık son test ortalama puanları arasındaki fark deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Sonuç olarak, MTTFÖ uygulamalarının sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel yaratıcılıkları üzerinde yüksek bir etki yarattığı görülmektedir. Benzer şekilde Hacıoğlu (2017) tarafından yürütülen üçüncü sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarıyla 14 hafta boyunca gerçekleştirilen eylem araştırmasında mühendislik tasarım temelli fen uygulamalarının öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılıklarını ve eleştirel düşünme becerilerini büyük ölçüde geliştirdiği tespit edilmiştir. Bu çalışmada sınıf öğretmeni adaylarının BYT'nin akıcılık, esneklik ve özgünlük alt boyutlarında da deney grubunun ortalama puanları, kontrol grubu ortalama puanlarına kıyasla yüksek bulunmuş ve ortalamalar arasındaki farkın deney grubu lehine anlamlı olduğu görülmüştür. Hacıoğlu (2017)'nin çalışmasında benzer şekilde BYT'nin akıcılık, esneklik ve özgünlük alt boyutları ortalama puanları uygulamalar sonunda artmıştır. Yine Koray (2014) tarafından yürütülen fen eğitiminde yaratıcı düşünmeye dayalı başka bir çalışmada yaratıcı düşünmenin akıcılık, esneklik, ayrıntınlık ve özgünlük alt boyutlarında deney grubu fen bilgisi öğretmen adaylarının ortalama puanlarının kontrol grubuna göre anlamlı derecede farklı olduğu tespit edilmiştir.

Genek (2018), 2016-2017 eğitim-öğretim yılında Antalya ilindeki bir devlet okulu ile iki özel ilkokulda haftada bir ders saati STEM eğitimi alan ilkokul ikinci, üçüncü ve dördüncü sınıf öğrencilerinin bilimsel yaratıcılıklarını çeşitli değişkenler açısından incelemiştir. Bu öğrencilerin STEM derslerinde yaptıkları uygulamalar Bahçeşehir Üniversitesi BAUSTEM merkezi ve otuz sınıf ve okul öncesi öğretmenin iki dönem boyunca hazırladıkları içeriklerdir. Çalışmanın sonuçlarına göre öğrencilerin bilimsel yaratıcılıkları sınıf kademesine göre anlamlı fark yaratmıştır. Dördüncü sınıf öğrencilerinin “Bilimsel Yaratıcılık Testi”nden aldıkları ortalama puanlar ikinci ve üçüncü sınıf öğrencilerine göre daha yüksektir. Benzer şekilde, Kaya (2018) çalışmasında 32 gönüllü fen bilgisi öğretmenliği üçüncü sınıf öğretmen adayına STEM eğitimi uygulamaları yaptırılmıştır. Tek gruplu ön-test son-test zayıf deneysel desene göre

yürütülen çalışmada öğretmen adaylarının yaratıcılık ve öz düzenleme ile ilgili görüşleri açığa çıkarılmaya çalışılmıştır. Çalışmanın sonucunda fen bilgisi öğretmen adaylarının yaratıcılık ve öz düzenleme becerilerinin olumlu yönde geliştiği gözlenmiştir. Siew vd. (2015) yaptığı araştırmada, Malezya’da 25 hizmet öncesi ve 21 görevi başındaki fen öğretmenin sekiz saatlik proje tabanlı STEM atölyesine katılmasını sağlamış ve öğretmenlerden bu uygulamaları değerlendirmelerini istemiştir. Atölye çalışmalarının öncesinde ve sonrasında yapılan anketler, görüşmeler, sınıf içi tartışmalar neticesinde katılımcılar proje tabanlı STEM etkinliklerinin öğrencilerin yeni şeyler yaratma ve yaratıcı fikir üretme becerilerine katkı sağlayacağını vurgulamışlardır. Ayrıca dört öğretmen adayı bu uygulamaların eleştirel ve yaratıcı düşünmeyi geliştireceğini belirtmiştir.

Alan yazındaki benzer sonuçlar mühendislik tasarım süreci ile yaratıcı düşünme süreci arasındaki benzerliği desteklemektedir. Nitekim K-12 eğitiminin mühendislik içeriklerinde yaratıcılık, işbirliği, iyimserlik, etik düşüncelere dikkat etme gibi konular bulunmaktadır (NAE & NRC, 2009). Yaratıcılıkta bilimsel bulgulardan hareket ederek özgün düşünme ve farklı yolları bulmak söz konusudur. Bilimsel yaratıcılık basamakları, bilimsel yöntem basamaklarının aşamaları olan hipotez oluşturma, onları deneme, çözüm bulma, çözümlere yönelik denemelerle sonuçlara ulaşma gibi basamakları içermektedir (Bayındır, 2013). Yaratıcı tasarım süreci ile mühendislik tasarım süreci de benzerlik göstermektedir (Hacıoğlu, 2017). Dolayısıyla mühendislik tasarım temelli öğretim uygulamaları bireylerin yaratıcı düşüncelerine katkı sağlayarak, sorunlara yaratıcı çözümler üretilmesini sağlayacaktır. Yıldırım ve Türk (2018) yaptığı çalışmada 2016-2017 eğitim-öğretim yılında 40 sınıf öğretmeni adayına 12 haftalık STEM eğitimi uygulamış ve sınıf öğretmeni adaylarının STEM eğitime yönelik görüşlerini incelemiştir. Çalışmanın sonucunda öğretmen adayları, STEM uygulamalarının öğrencilerin yaratıcılık, özgüven, merak, sorumluluk, empati gibi özelliklerini geliştireceğini belirtmişlerdir.

Bu araştırmanın nicel sürecinde BYT kullanılarak elde edilen bilimsel yaratıcılık ortalama puanları değerlendirildiğinde; sınıf öğretmeni adaylarının MTTFÖ sürecinde bilimsel yaratıcı düşüncelerinde olumlu gelişmeler olduğu görülmektedir. Ayrıca, sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel yaratıcı düşünmenin ‘özellik’ boyutunun akıcılık, esneklik ve özgünlük alt boyutlarında da olumlu yönde gelişmeler olmuştur. Araştırmanın nitel kısmında ise, MTTFÖ uygulamalarının sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel yaratıcılıklarını nasıl etkilediği açığa çıkarılmaya çalışılmıştır.

Odak grup görüşmelerinden ve mühendislik tasarım süreç formlarından elde edilen bulgular değerlendirildiğinde, öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılık sürecinin ne olduğu hakkındaki görüşleri özellikle sürecin başında daha çok vurgulanırken sürecin sonuna doğru bu vurgu azalmıştır. Bu durum öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılık süreciyle ilgili düşüncelerini günlük hayata aktardıklarını göstermektedir. Sınıf öğretmeni adayları, karar verme sürecinde olduğu gibi bilimsel yaratıcı düşünme sürecinde de öncelikle problemten yola çıkarak onu tanımlamak gerektiğinden bahsetmektedirler. Aktamış ve Ergin (2007) yaratıcı düşünme modellerinden bahsederken benzer şekilde, sürece bir problemle başladığını ve buna çözüm arandığını belirtmektedir. Bilimsel süreç basamakları ile bilimsel yaratıcılık arasında benzerlik olduğu vurgulanmıştır. Bayındır (2013)’ın belirttiği gibi, bilimsel yaratıcılıkta; deneyimler, uygulamalar ve sanat yardımıyla hisler kullanılarak problemlere çözüm bulunması amaçlamaktadır.

Öğretmen adayları tanımına dikkat ederek belirledikleri problemleri ipuçlarından yararlanarak araştırdıklarını, onları çözüme ulaştıracak ayrıntıları dikkate aldıklarını, elde edilen ipuçlarından yararlanarak beyin fırtınası yardımıyla tartışmalar gerçekleştirdiklerini, tartışmalarında da belirli kriterleri ve sınırlılıkları dikkate alarak yaratıcı fikirler sunmaya çalıştıklarını belirtmektedirler. Özden (2014) çalışmasında yaratıcı sorun çözme modelinin problemin çözümü için bilinmesi gerekenler, alternatif çözüm üretmek, çözümler için beyin fırtınası yapmak, çok sayıdaki fikir içinden belirli kriterleri esas almak ve kabul edilen fikir için hazırlanmak basamaklarından oluştuğunu

ifade etmiştir (Parnes'den aktaran Özden, 2014 s.182-183). Benzer şekilde, Hermann (1990) ortaya koyduğu yaratıcı sorun çözme modelinde farklı zihinsel süreçlerden bahsederek bu süreçlerin her birini bir mesleğe benzetmiştir. Yine problemle başlayan sorun çözme modeli alternatif çözümler içinden en uygun çözüme karar verme sürecini de içermektedir. Sınıf öğretmeni adayları da MTTFÖ sürecinde ürettikleri çözüm önerilerinde önceleri akıllarına gelen her fikri ortaya atarken süreç ilerledikçe çözüm önerilerini gerekli koşullar altında problemin tanımına ve ihtiyaçlara uygun olacak şekilde sınırlamışlardır. Öğretmen adaylarının sürecin başında akıllarına her gelen fikri söyledikleri için akıcılıkları çok daha fazla iken, süreç ilerledikçe farklı kategorilerde amaca uygun özgün fikirler üretmek çabasında olduklarından özellikle esneklik ve özgünlük boyutlarında daha çok ilerleme kaydettikleri görülmektedir. Ayrıca, öğretmen adayları süreç ilerledikçe ipuçlarından yararlanırken karar verme sürecinde olduğu gibi, daha önce yapılmamış olan fikirlere odaklanmaya başlamışlardır.

Öğretmen adayları üretecekleri olası çözüm önerilerinde ve seçtikleri en iyi çözüm önerisi fikrinde bilimsel temellerden yararlanarak bilimsel gerekçelendirmeler yaptıklarını belirtmektedir. Bilimsel yaratıcılığın tanımlarında, problemi doğru tanımlayıp, bilgiye sistematik olarak ulaşmaktan bahsedilmektedir (Kocabaş, 1993). Ayrıca, özellikle fen eğitiminde bilimsel yöntemin basamakları kullanılmaktadır. Bilimsel yöntem basamaklarında ise, problemi bulma, onu keşfetme, bağımsız düşünme, yaratıcı icat, düşünme, keşfetme gibi beceriler kullanılmaktadır (Abd-El-Khalick vd., 2004).

Sınıf öğretmeni adayları çözümler için fikir üretirken bazı kaynaklardan (geçmişteki ve şuandaki öğretmenlerinden) destek aldıklarını veya alan uzmanlarından destek aldıklarını ve farklı fikirlere hızlı bir şekilde ulaşmak için bilgisayarın çeşitli işlevlerinden yararlandıklarını ifade ederek özellikle bilgi edinmek için kitaplardan ve internetten veri sağladıklarını belirtmişlerdir.

STEM uygulamalarında zengin içerik elde edebilmek için öğretmenlerin uzmanlıkları ve eğitim uygulamaları diğer kişilere farklı fikirler saplayabilir (Brown, 2012). Benzer şekilde STEM eğitiminin uygulanabilmesi için düzenlenmiş bilgilere ihtiyaç duyulmaktadır. Öğretim içeriklerinin öğretmenler, uzmanlar ya da üniversitelerle işbirliği içinde yapılması gerektiği belirtilmektedir (Stohlmann, Moore & Roehrig, 2012). Bu araştırmada sınıf öğretmeni adayları bu işbirliğini kendileri kurmaya çalışmaktadır. Bunu yaparken Çorlu ve Çallı (2017)'nin belirttiği gibi, okula öğrenme kültürünün dâhil edilmesinde okul dışı faktörleri de sürece dâhil edip, mesleki öğrenme toplulukları ile birleştirilmelidir. Fifolt ve Searby (2010) STEM alanları ile ilgili işgücünün gelişmesi içinde işbirlikli öğrenme ve mentörlük arasında ilişki kurulması gerektiğini belirtmiştir. Bell (2016) STEM'in gelişmesinde bilim insanlarının, teknoloji uzmanlarının, mühendislerin ve matematikçilerin aynı düzeyde etkili olduğunu açıklamıştır. Crippen ve Archambault (2012) çalışmasında bu araştırmadaki sınıf öğretmeni adaylarının yaptığı gibi bilgi işlemde yararlanılarak öğrencilere fırsat tanınması gerektiğini, onların araştırma yapmaları için web tabanlı interaktif uygulamaları veya farklı modülleri kullanmaları gerektiği belirtilmektedir. Wing (2014) bu bilgileri doğrular nitelikte 21.yy ortalarında hesaplamalı düşünmenin çok önemli bir beceri olacağını belirterek, bilgisayar biliminin temel kavramlarını kullanarak yapılan hesaplamalı düşüncelerin bilimsel ve matematiksel alana katkı sağlayacağını belirtmektedir. Çorlu ve Çallı (2017) STEM eğitiminde öğrencilerin üreten bireyler olarak kodlama-robotik, 3D yazıcılar kullanarak dijital ortamlarda hesaplamalardan yararlanmaları gerektiğini belirterek bu düşüncüyü desteklemektedir.

Sınıf öğretmeni adayları odak grup görüşmeleri boyunca yaratıcılık ve bilimsel yaratıcılık kavramlarından farklı şekillerde bahsetmiştir. Öğretmen adayları yaratıcılığı; genel bir kavram olarak tanımlayıp, kişiye özel olduğu ve daha önce düşünülmemiş farklı, özgün ürünler ya da fikirler üretildiğini ifade ederek yaratıcılıkta kişisel zevklerin ön plana çıktığını belirtmiştir. Ayrıca, öğretmen adayları yaratıcılığın herhangi bir sürece bağlı

olmadan daha serbest hareket ederek, kriter ve sınırlılıkları esas almadan ilerleyen bir süreç olduğunu söylemiştir. Herrmann (2003), benzer şekilde yaratıcılığın hayatın birçok alanında kullanılan bir kavram olduğunu belirterek, yaratıcılığı bireylerin daha önce yaşadıklarıyla özgün içerikler meydana getirerek gerçekliğe yeni bir boyut kazandırmak şeklinde tanımlamıştır. Koray (2004) da yaratıcılığı bilinenden yola çıkıp olağan olmayanı yapma, daha önce yapılanlardan farklı yani orijinal olanı yapma şeklinde ifade etmektedir. Öğretmeni adayları, bilimsel yaratıcılık kavramından bahsederken bu kavramın daha özel olduğunu vurgulayarak, yaratıcılığa göre nesnel bir kavram olduğunu belirterek, bilimsel yaratıcılığın yenilikçiliğe imkân sağlayan ve günlük hayata aktarılabilen içeriklere sahip olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca, öğretmen adayları, bilimsel bilgiye ve bilimsel araştırmalara dayalı olarak ilerleyen bu süreçte kriter ve sınırlılıkların esas alınmasının problemin çözümüne bilimsel bakış açısı kazandıracağını öne sürmektedir. Sternberg ve Lubart (1996) benzer şekilde yaratıcılığı bireylerin günlük yaşamıyla ilişkilendirerek, karşılaşılan problemlerin çözümünde bilimsel bilgilere başvurarak yeni şeyler üretilmesi ve yeniliklere uyum sağlamak şeklinde tanımlamışlardır. Lin vd. (2003) ise, problemin çözülmesi, hipotezin oluşturması, tasarımın yapılması, yeniliğin ortaya çıkması gibi durumların bilimsel yaratıcılıkla olacağını savunmaktadır. Dağlıoğlu (2010)'na göre, bireyler yeni şeyler üretmek için farklı olan şeyleri hayal edip, içselleştirip onları gerçek hayat ile ilişkilendirerek yenilik oluşturmaktadır. Benzer şekilde Grosul (2010), yaratıcılığı araştırma yöntemleri kullanarak bilimsel teoriler üretmek şeklinde tanımlayıp hayata aktarılabiliyor olacak şekilde bilimsel yaratıcılıkla ilişkilendirmektedir.

Sınıf öğretmeni adayları bilimsel yaratıcılık ile MTTFÖ sürecinin birbirine benzer olduğunu belirterek, bilimsel yaratıcılığın bu süreçte bir ihtiyaç olduğunu vurgulamaktadır. Öğretmen adayları özellikle her iki süreçte de problem çözme aşamalarında benzer yolları izlemekte olduklarını, karşılıklı etkileşim içinde olduklarını, bilimsel yaratıcılık ile MTTFÖ sürecinin birbirlerinin gelişimini olumlu yönde

etkilediğini ifade etmişlerdir. Ayrıca öğretmen adayları, MTTFÖ sürecinde bilimsel yaratıcılıklarını kullanırken STEM disiplinlerinden de destek aldıklarını, bu disiplinlerin içeriklerinden yararlandıklarını belirtmiştir. Benzer şekilde, Eroğlu ve Bektaş (2016), beş farklı ortaokulda görev yapan ve STEM tecrübesi olan fen bilimleri öğretmenlerinin STEM etkinliklerine yönelik görüşlerini incelemişlerdir. Öğretmenlerin STEM temelli etkinliklerle STEM disiplinlerini bağdaştırdığını ve bu etkinliklerin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini, yaratıcılıklarını, psikomotor becerilerini, üretkenliğini, fen dersine yönelik motivasyonlarını olumlu yönde etkilediğini tespit etmişlerdir. Hacıoğlu (2017), yaratıcı tasarım süreci ile mühendislik tasarım süreci arasındaki benzerliğe değinerek her ikisinde de problem çözümü için benzer aşamalardan geçildiğini söylemiştir. Genek (2018) haftada bir STEM dersi alan ilkokul iki, üç ve dördüncü sınıf öğrencileri ile yürüttüğü çalışmada öğrencilerin sınıf kademelerine göre bilimsel yaratıcılıklarının geliştiğini tespit etmiştir. Ayrıca STEM temelli etkinliklerle yürütülen derslerin öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılıklarını geliştirdiği ve bu iki yapının birbirini etkilediği yorumu yapılabilir.

Sınıf öğretmeni adayları, yapılan odak grup görüşmelerinde MTTFÖ sürecinin bilimsel yaratıcılığa olan katkılarından bahsetmişlerdir. Öğretmen adaylarının belirttikleri görüşlerin daha çok sürecin sonunda yapılan son odak grup görüşmesinde vurgulanması, öğretmen adaylarının MTTFÖ sürecinde bilimsel yaratıcılık konusunda farkındalık kazandıkları şeklinde yorumlanabilir. Bu uygulamaların sonunda öğretmen adayları bilimsel yaratıcılık sürecinde farklı düşünmeye başladıklarını, farklı bakış açıları geliştirdiklerini, üretecekleri fikirlerin hayata aktarılabilir olmasına dikkat ettiklerini ifade etmişlerdir. Öğretmen adayları nitelikli araştırmalar yapmanın özellikle bilimsel gerekçelere başvurmanın bilimsel bakış açısıyla hareket etmeyi sağlayacağını belirterek, bu sürecin problem çözme sürecine benzer olduğunu vurgulamıştır. Ayrıca, öğretmen adayları bu uygulamaların onlara güven ve merak duygusu kazandırdığını, bir fikri gerçekleştirmeye olan inançlarını artırdığını belirterek genel anlamda yaratıcı

düşünmelerinin geliştiğini söylemişlerdir. Zhang, Liu ve Lin (2002) bilimsel özelliğine sahip bireylerde içsel motivasyonun yüksek olduğunu, bu kişilerin dürüst, özerk ve inisiyatif alabilen bireyler olması gerektiğini belirtmiştir.

Bu araştırmada bilimsel yaratıcılığın alt boyutları ile ilgili ayrıntılı incelemeler yapıldığında, öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılığın özellik boyutunda (akıcılık, esneklik ve özgünlük) vurgulamalar yaptıkları görülmektedir. Öğretmen adayları “Özellik Boyutunda” ‘zengin bakış açısı kazanma’ ile akıcılık; ‘hayata aktarılacak uygulanabilir çözüm önerisi’ ile esneklik alt boyutuna vurgu yapmışlardır. Ayrıca öğretmen adaylarının ‘bilimsel gerekçelere dayalı fikir üretme’ ile “Ürün Boyutuna” ve ‘problem çözme aşamalarına uygun düşünerek’ “Düşünme Boyutuna” vurgu yaptıkları görülmektedir. Benzer şekilde Hacıoğlu (2017) çalışmasında, öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılık alt boyutlarından en fazla akıcılık, esneklik ve özgünlük içeren özellik boyutunda gelişme gösterdiklerini ve daha çok problem çözme süreçleri ile ilgili önerilerde bulunduklarını tespit etmiştir. Konca-Şentürk (2017) deney ve kontrol gruplu yarı deneysel desene göre yaptığı çalışmada, FeTeMM etkinlik tabanlı işlenen yedinci sınıf ‘Kuvvet ve Hareket’ ünitesinin öğrencilerin kavramsal anlamalarına ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisini incelemiştir. Çalışmanın sonucunda bu araştırmayla benzer şekilde FeTeMM etkinliklerinin yedinci sınıf öğrencilerinin yaratıcı düşünmelerini ve bilimsel yaratıcılığın akıcılık, esneklik gibi alt boyutlarını olumlu yönde etkilediği bulunmuştur.

Bununla birlikte, STEM entegrasyonu ile yürütülen uygulamaların ortaokul öğrencilerinin bilimsel yaratıcılıklarına etkisinin sınırlı olduğunu belirten araştırmalar olduğu gibi (Gülhan, 2016), FeTeMM etkinlikleriyle yürütülen fen bilimleri dersinin ortaokul öğrencilerinin bilimsel yaratıcılıklarına etkisinin olmadığı sonucuna ulaşılan çalışmalar da mevcuttur (Çalışıcı, 2018). İlgili alan yazın incelendiğinde STEM etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin bilimsel yaratıcılıklarına etkisinin incelendiği çalışmalar (Gülhan, 2016; Konca Şentürk, 2017; Çalışıcı, 2018; Çiftçi, 2018); STEM

etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılıklarına etkisinin incelendiği çalışmalar (Avcı, 2017; Hacıoğlu, 2017; Kaya, 2018) ve STEM etkinliklerinin fen bilgisi öğretmenlerinin bilimsel yaratıcılıklarına etkisinin incelendiği çalışmaların (Siew vd., 2015; Eroğlu & Bektaş, 2016) yer aldığı görülmektedir. Literatürde ilkokul düzeyinde STEM etkinliklerinin bilimsel yaratıcılık ile ilişkisine yönelik çalışmaların eksikliği dikkat çekmektedir. Genek (2018) tarafından yapılan STEM dersi alan ilkokul iki, üç ve dördüncü sınıf öğrencilerinin bilimsel yaratıcılık düzeylerinin çeşitli değişkenlere göre incelendiği çalışma ile Yavuz (2019)'un STEM içeriğine uygun olarak işlenen dördüncü sınıf fen bilimleri dersinin ilkokul öğrencilerinin STEM mesleklerine yönelik algıları ve tutumlarına etkisinin incelendiği çalışmada STEM uygulamalarının öğrencilerin yaratıcılığında etkili olduğu ve öğrencilerin 21. yy becerilerini geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır.

5.3. Mühendislik Tasarım Temelli Fen Öğretiminin Mühendislik Tasarım Temelli Süreç Becerisine Etkisi İle İlgili Sonuçlar

Araştırmanın bu kısmında ise, MTTFÖ sürecinin aşamalarının değerlendirildiği mühendislik tasarım süreç formlarından elde edilen bulgular ile odak grup görüşmesinden elde edilen bulgular birlikte değerlendirilmiştir. Sınıf öğretmeni adaylarıyla fen bilimleri dersinde mühendislik tasarım temeline dayalı olarak sürdürülen 14 haftalık uygulamalarda altı tasarım oluşturma süreci gerçekleştirilmiştir. Mühendislik tasarım sürecine göre oluşturulan formlar problemi tanımlama, problem için araştırma yapma, çözüm önerileri geliştirme, en iyi çözüm önerisini belirleme, prototip inşaa etme, çözümleri test etme ve değerlendirme, yeniden tasarlama gibi aşamaları oluşturmaktadır. Mühendislik tasarım sürecinde her aşama oldukça önemlidir. Bu aşamalara uygun olarak hazırlanan mühendislik tasarım süreç formları ve mühendislik tasarım süreci değerlendirme rubriğinden elde edilen verilerin tekrarlı ölçümler ANOVA ile değerlendirilmiştir. Buna göre; sınıf öğretmeni adaylarının altı farklı MTTFÖ

uygulamasından aldıkları mühendislik tasarım temelli süreç becerisi ortalama puanları arasında anlamlı farklılık görülmüştür. Daha ayrıntılı incelendiğinde; MTTFÖ süreci boyunca deney grubu sınıf öğretmeni adaylarının mühendislik tasarım temelli süreç becerileri ortalama puanları arasında ilerleyen haftalarla geçmiş haftalar arasında hem ortalama puanlarda artış olduğu hem de bu artışın anlamlı derecede farklı olduğu görülmüştür. Sadece 3. haftadaki tasarım (kuvvetin etkileri) ile kendinden önceki haftalarda ortalama puanlarda artış, kendinden sonraki haftalarda ise ortalama puanlar arasında hem artış hem de anlamlı farklılık olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar, öğretmen adaylarının mühendislik tasarım temelli öğretim sürecini zamanla anlayarak pekiştirdiklerini göstermektedir. Mühendislik tasarım süreci formlarından elde edilen verilere bakıldığında öğretmen adaylarının mühendislik tasarım süreci becerilerini olumlu yönde geliştirdiği gözlenmektedir. Altaş (2018), fen teknoloji laboratuvar uygulamaları dersinde STEM eğitime göre hazırlanan ders planlarını sınıf öğretmeni adaylarına uygulamış ve öğretmen adaylarının mühendislik tasarım süreci basamaklarını kullanma becerisini, mühendislik ve teknoloji algılarını incelemiştir. Araştırmada, bu çalışmanın sonuçlarıyla benzer şekilde, öğretmen adaylarının mühendislik tasarım süreç basamaklarını kullanma becerilerinin gelişim gösterdiği, öğretmen adaylarının STEM etkinlikleri ve mühendislik tasarım sürecini etkili şekilde yürütebilme konusunda deneyim kazandıkları, hatta mühendislik tasarım sürecini etkili şekilde sürdürebildikleri ve farklı tasarımlar gerçekleştirebildikleri görülmüştür.

Benzer şekilde, Bozkurt (2014) tarafından yürütülen çalışmada fen bilgisi öğretmen adaylarının Fen Laboratuvar Uygulamaları-I dersindeki mühendislik tasarım temelli fen eğitimi uygulamaları sonucunda karar verme ve bilimsel süreç becerilerinde olumlu gelişmeler gözlemlendiği görülmüştür. Fen bilgisi öğretmen adayları uygulamalar sonucunda, ilköğretim ve ortaokul fen bilimleri dersi için mühendislik tasarım temelli fen eğitiminin faydalı olacağını belirterek bu sürecin önemini vurgulamışlardır. Eroğlu ve Bektaş (2016) tarafından yürütülen başka bir çalışmada ise üç farklı ortaokulda görevli

beş fen bilimleri öğretmeninin STEM temelli ders etkinliklerine yönelik görüşleri incelenmiştir. Öğretmenlerin fen disiplininde özellikle fizik alanı ile STEM temelli etkinlikleri bağdaştırarak, fen disiplini ile teknoloji, matematik ve mühendislik arasında ilişki kurdukları görülmektedir (Eroğlu & Bektaş, 2016). Başka bir çalışmada ise hizmet öncesindeki altı fen bilimleri öğretmen adayına tasarım temelli yürütülen sürece yönelik düşünceleri sorulmuş ve yarı yapılandırılmış görüşmelerle bilgi toplanmıştır. Bu çalışma sonucunda, öğretmen adayları mühendislik tasarım sürecinin güçlü yönlerinden bahsederek uygulamaların yaparak yaşayarak öğrenmeye ve kalıcı öğrenmeye katkı sağladığını belirtmişlerdir (Altan vd., 2016).

Araştırmanın odak grup görüşmelerinden elde edilen veriler incelendiğinde MTTFÖ sürecinin sınıf öğretmeni adaylarına hangi konularda katkı sağladığı ortaya çıkmıştır. Sınıf öğretmeni adayları MTTFÖ süreci ile birlikte kendilerinde ne tür değişikliklerin olduğunu, bu sürecin onlara ne kattığını görüşmelerde dile getirmişlerdir. Sınıf öğretmeni adayları STEM etkinlikleriyle yürütülen derslerde fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin bir bütün olarak entegre edilmesi gerektiğini belirterek disiplinler arası iletişimi oldukça önemli gördüklerini ifade etmiştir. Ayrıca, öğretmen adayları disiplinler arası düşünme becerilerinin geliştiğini de belirtmiştir. Benzer şekilde, Karışan ve Yurdakul (2017)'un yürüttüğü çalışmada disiplinler arası STEM etkinlikleri ile yürütülen uygulamaların deney grubu öğrencilerinin STEM'e yönelik tutumlarına olumlu katkılar sağladığı görülmektedir. Çalışıcı ve Sümen (2018), 2016- 2017 eğitim – öğretim yılında Türkiye’de bir devlet üniversitesinde 138 sınıf öğretmeni adayı ile yürüttükleri çalışmada, öğretmen adaylarının STEM eğitim yaklaşımları ile ilgili metaforlarını incelenmiştir. STEM eğitimi alan öğretmen adaylarına uygulanan metafor formlarından elde edilen verilere bakıldığında, öğretmen adayları STEM eğitimi yararlı bularak, dört disiplinin birbirini tamamlamasından dolayı birlikte ele alınması gerektiğini belirtmiştir. Öğretmen adayları STEM kavramını sürekli gelişen, sevilen ve çok çalışma gerektiren bir eğitim yaklaşımı olarak görmüşlerdir. Çorlu ve Çallı (2017) STEM kuram

ve uygulamalarıyla fen, teknoloji, mühendislik ve matematik eğitimini ele aldığı çalışmasında bütünsel öğretmenlik çerçevesini temelde eşitlik, alanda derinlik, ilgililik ve disiplinler arası olarak açıklamaktadır. Ayrıca, 21. yy toplumunda sürekli değişen karmaşık problemler olduğunu ve bunları çözmenin de disiplinler arası bir yaklaşımla mümkün olacağını ifade etmişlerdir. Dolayısıyla mühendislik tasarım temelli süreçte problemlerin çözülme aşamasında, disiplinler arası entegrasyon disiplinler arası düşünmeye katkı sağlayacaktır.

Sınıf öğretmeni adayları, MTTFÖ sürecinde gerçekleştirilecek çözümlerin günlük hayata uygun olmasının önemli olduğunu belirtmiştir. Bu süreçte günlük hayat uygun problemlerden yola çıkmanın STEM entegrasyonu sağlayarak yorumlama yapılmasında dikkate değer olduğu görülmektedir. Öğretmen adayları üretecekleri yeni şeylerin uygulanabilir olması için sürece aktif olarak katılmanın öneminden bahsetmişlerdir. Benzer şekilde Breiner vd. (2012) ABD’de Cincinnati Üniversitesi, “Eğitim, Ceza ve İnsan Hizmetleri Koleji STEM Eğitim Fakültesi öğretim elamanları ile yaptığı çalışmada öğretim elamanlarının STEM hakkındaki görüşlerini ve STEM’in günlük yaşamı nasıl etkileyeceğini açığa çıkarmayı amaçlamışlardır. Bu çalışma sonucunda öğretim elamanları STEM’i dört disiplinin entegrasyonu ile bilim insanı ya da mühendisin gerçek hayatta yaptığı şeyleri yapmak şeklinde tanımlamışlardır. Benzer şekilde, Çorlu ve Çallı (2017) bu süreçte bilgi temelli hayat problemlerinden yola çıkılarak disiplinler arası bir yaklaşımla bu disiplinlerden öğrenilenlerin günlük hayatta kullanılarak anlamlandırılması sürecinden bahsetmektedir. Yıldırım (2017) fen bilimleri dersine entegre edilmiş STEM uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin akademik başarılarına, sorgulayıcı öğrenme becerilerine, algılarına, motivasyonlarına, STEM’e yönelik tutumlarına ve bilginin kalıcılığına olan etkisini araştırmıştır. Yıldırım (2017) bu çalışma sonucunda STEM etkinliklerinin anlamlı öğrenmeyi kolaylaştırdığını belirterek, STEM disiplinlerinin günlük yaşamda kullanılmasının öneminden bahsetmektedir. Altaş (2018) mühendislik tasarım sürecinde sınıf öğretmeni adaylarının belirli bilgileri kullanarak öğrendikleri

bilgilerini hayatta karşılaşılan problemlerde kullanabileceklerinden bahsetmektedir. Yasak (2017) ise yaptığı araştırmada 46 ortaokul son sınıf öğrencisinin fen bilimleri dersindeki; fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) uygulamalarının onların fen bilimleri dersine yönelik tutumları incelenmiştir. Bu çalışma sonunda öğrenciler dersleri daha eğlenceli bularak, öğrenmelerin kalıcı ve etkili olduğunu belirtmişlerdir. Öğrencilerin bu uygulamalar sırasında akranlarıyla işbirliği yaparak beyin fırtınasında bulundukları görülmektedir. FeTeMM uygulamalarının sonunda öğrencilerin fen bilimleri dersine yönelik tutumlarının arttığı görülmüştür. Öğrencilerin derse aktif katılmak istemesi ve bunu hayatına yansıtması bu sonuçları desteklemektedir. Altan vd. (2016) fen bilgisi öğretmen adaylarına uygulanan tasarım temelli fen eğitimi hakkında altı fen bilgisi öğretmen adayıyla yarı-yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirmişlerdir. Bu görüşmeler sonucunda öğretmen adayları STEM uygulamalarının güçlü yönlerini yaparak öğrenmeyi sağlayarak bireyleri hedefe ulaşmak için motive etmek ve kalıcı öğrenmeye katkı sağlamak şeklinde sıralamışlardır.

Sınıf öğretmeni adayları MTTFÖ sürecinin 21. yy becerileri ile uyumlu olduğunu belirtmektedir. 21. yy becerileri MEB 2018 fen bilimleri programında belirtildiği gibi analitik düşünme, karar verme, yaratıcı düşünme, girişimcilik, iletişim, takım çalışması, yenilikçilik gibi becerilerdir. Öğretmen adayları da süreç içinde bu becerilerden sık sık bahsederek MTTFÖ sürecinin bunları geliştirmeye uygun bir süreç olduğu vurgusunu yapmışlardır. Meyrick (2011)'e göre, STEM eğitimi öğrencilerin işbirliği, eleştirel düşünme, problem çözme gibi 21. yy becerilerinin gelişimini sağlayacaktır. Benzer şekilde Karışan ve Yurdakul, (2017) yaratıcılık, inovasyon, eleştirel düşünme, problem çözme ve işbirlikli öğrenme gibi 21. yy becerilerinin geliştirilmesine yönelik belirlenen hedeflerin STEM eğitimi ile hayat bulacağını belirtmektedir. STEM eğitimi sonunda sınıf öğretmeni adaylarının üretken düşünme, başarısızlıktan kurtulma, bilgiye ulaşma, problem çözme, işbirlikli çalışma, tartışma, iletişim becerileri ve sorumluluk alabilme gibi 21. yy becerileri gelişecektir (Altaş, 2018). Ayrıca, Yıldırım ve Türk (2018) 28 ortaokul fen ve matematik

öğretmenine 2017-2018 eğitim-öğretim yılında 30 saatlik STEM eğitimi uygulamıştır. Bu çalışma sonunda “STEM Görüşme Formu” ile toplanan veriler içerik analizine tabi tutulmuştur. Buna göre, iyi bir STEM eğitimi için öğretmenlerin 21. yy becerilerine ve pedagojik bilgiye sahip olmaları gerektiği belirtilmiştir. Eğitim programlarının günlük hayatla uyumlu, STEM uygulamalarının maddi açıdan uygun, zaman sorunu olmadan disiplinler arasına uygun şekilde yürütülmesi gerektiği ifade edilmiştir. Özçakır ve Sümen (2018) yaptığı araştırmada, 2016-2017 eğitim-öğretim yılında sınıf öğretmeni adaylarına STEM eğitim yaklaşımı ile bütünleştirilen matematik eğitimi uygulanmıştır. Birinci sınıf öğretmen adayları deney ve kontrol grubu olacak şekilde toplam 46 kişidir. Karma yöntemle göre yürütülen bu çalışmada STEM eğitiminin geleneksel eğitimle karşılaştırıldığında öğretmen adaylarının matematik başarısını artırmada daha etkili olduğu ve öğretmen adaylarında problem çözme ve 21. yüzyıl becerilerinin geliştiği görülmüştür. Bu uygulamalarla öğretmen adayları matematik eğitiminin daha eğlenceli hale geldiğini de ifade ederek matematik ile günlük hayat arasında bağ kurmaya başladıklarını belirtmişlerdir.

Bu araştırmaya katılan sınıf öğretmeni adayları MTTFÖ sürecinin bireylere mesleki farkındalık kazandırarak, ülke ekonomisine katkı sağlayarak, kalkınmışlık seviyemizin yükselmesine yardımcı olacağı görüşündedir. Öğretmen adayları, üreten bir nesil yetiştirmek için MTTFÖ sürecinin oldukça önemli olduğunu belirtmektedir. Benzer şekilde, Rogers (2008) yaptığı araştırmada öğretmenlerin ülkelerin inovatif şekilde gelişebilmesi için öğrencileri STEM alanları ile ilgili kariyerlere yönlendirmenin önemli olduğunu ve öğrencilerin ekonomiye katkı sağlayacak mesleklere yönlendirilmeleri gerektiğini düşündüklerini ifade etmiştir. Fifolt ve Searby (2010)’ın dört yıllık bir kamu kuruluşundaki 18-24 yaş aralığındaki lisans öğrencileriyle yürüttüğü çalışmada ilk önce 91 öğrenciye “Mentorluk Fonksiyonları Ölçeği” uygulanmış daha sonra derin analizler için içlerinden dokuz öğrencinin görüşlerine başvurulmuştur. Çalışmanın sonucunda işbirlikli eğitimde ve stajlarda mentörlüğün STEM alanlarındaki öğrencilerin ihtiyaçlarını

karşlamak için önemli olduğunu tespit edilmiştir. Ayrıca STEM ile ilgili alanlardaki öğrencilerin sayısının gün geçtikçe azalması ve sanayide çalışanların emeklilik oranlarının artması ile yeni dengelere ihtiyaç duyulduğu ve uzman işgücü elde etmek için üniversitelerde önemli adımların atılması gerektiği vurgulanmıştır.

Difrancesca, Lee ve McIntyre (2014) yaptıkları çalışmada STEM eğitiminin özellikle ilkökul düzeyindeki öğrencilerin günlük hayat problemlerine alternatif çözüm üretmelerinde, mühendislikle ilgili becerilerinin geliştirilmesinde, çocukların mühendislik kariyer seçimlerinde önemli olduğunu belirtmektedirler. Ercan (2014)'ın ilköğretim yedinci sınıf öğrencileriyle fen bilimleri dersinde tasarım temelli olarak yürüttüğü araştırmada öğrencilerin mühendislerin sahip olması gereken özelliklerle ilgili bilgileri artmış ve kariyer seçimlerinde mühendisliği vurgulamaya başladıkları görülmüştür. Yapılan başka bir araştırmada ise, Türkiye'de büyük bir şehirdeki dezavantajlı bir bölgedeki altıncı sınıf (15 kız öğrenci) öğrencilerine bir okul dışı STEM etkinliği programı uygulanmıştır. STEM etkinliklerinin okul dışı eğitim programlarına entegre edilmesi öğrencilerin STEM ile ilgili kariyerleri konusundaki ilgilerini artırabilecektir. (Baran, Bilici, Mesutoğlu & Ocak, 2016). Çorlu ve Çallı (2017) ülkemizde bilgi çağının gerekliliklerini karşılayacak nitelikli işgücünü sağlamak amacıyla STEM eğitiminin yaygın şekilde uygulanması gerektiğini, sınav sistemlerimizin üst düzey fen ve matematik eğitimlerine göre hazırlanması gerektiğini, öğrencilerin bu doğrultuda eğitim almalarının önemli olduğunu belirtmektedirler. Çalışıcı ve Sümen (2018) de STEM yani dört disiplinin entegrasyonuna dayalı oluşturulan anlamlı bütün yapıya fen ve matematik derslerinde yer verilmesiyle ülkenin ihtiyaç duyduğu mühendislik işgücü ve yenilikçi düşünme biçiminin gelişmesi mümkün olacaktır. Çalışıcı ve Sümen (2018) özellikle öğretmen adaylarının yetiştirildiği eğitim fakültelerinin müfredatlarına gereken önemin verilmesi gerektiğini ifade etmektedirler. Yasak (2019) eylem araştırmasına uygun olarak yaptığı çalışmada, 26 altıncı sınıf öğrencisiyle 'Madde ve Isı' ünitesini mühendislik tasarım temelli etkinliklerle işleyerek, mühendislik tasarım temelli sürecin öğrencilerin

problem çözme ve tasarım becerilerine etkisini incelenmiştir. Beş hafta süresince mühendislik tasarım temelli etkinlikler yapan öğrencilerin problem çözme ve tasarım becerilerinin geliştiği, öğrencilerin mühendislik imajında ve STEM bilgi yapılarında olumlu gelişmeler olduğu gözlenmiştir.

Benzer şekilde, ABD’ de 19 farklı okuldan toplam 64 ortaokul (farklı branşlardan) öğretmenin katıldığı ve üç yıl süren STEM eğitimi programıyla STEM eğitim pedagojisini almış öğretmenlerin bununla ilgili kavramları belirlenmeye çalışılmıştır. Üç yıl boyunca sürecin başında ve sonraki iki yılda sürecin sonunda toplanan verilerde öğretmenlere STEM ile ilgili kavramlar arasındaki ilişki ve bunların nasıl ve kim tarafından entegre edildiği gibi konularda on dakikalık çizimler yaptırılıp, sonra aynı periyotlarda yarı-yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Elde edilen verilere göre; öğretmenlerin, araştırmacıların, program yapımcıların, yöneticilerin işbirliği içinde hareket ederek STEM eğitiminin gerçekleştirilmesindeki finansal şartları oluşturmaları gerektiği belirtilmektedir (Kloser, Wilsey, Twohy, Immonen & Navotas, 2018). Bu çalışmada elde edilen veriler literatürde benzer nitelikte yapılan çalışmaların sonuçlarıyla farklı açılardan benzerlik göstermektedir. Öğretmen adayları MTTFÖ sürecinde mühendislik tasarım süreç becerilerinin geliştiğini çeşitli açılardan ifade etmişlerdir. Sınıf öğretmeni adayları disiplinler arası düşünerek ve düşündüklerini gerçek hayat aktararak süreç içerisinde aktif olmasının MTTFÖ ile mümkün olabileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca, öğretmen adayları bilgi çağında gereken niteliklere sahip olabilmenin, 21. yy becerileriyle donanımlı olmanınve bunun gerektirdiği mesleki farkındalığa ulaşarak en nihayetinde ülkenin ekonomik kalkınmışlık düzeyinin geliştirilmesine katkı sağlamanın önemli olduğunu belirtmektedirler.

Wendell (2008)’in belirttiği yapılandırmacı fen dersleri için hazırladığı tasarım/bilimsel araştırma-sorgulama yaklaşımı bu çalışmada oldukça önemli bir yere sahiptir. Bu yaklaşımdaki gibi verilen düzlemin ortasını ifade eden bilimsel araştırmaların tasarım ile temellendirilmesi anlayışı bu çalışmanın bütün aşamalarında geçerli olmuştur. Yani

bilimsel araştırma-sorgulamaya dayalı hazırlanan fen bilgisi dersi öğretim programının 21. yy ihtiyaçları doğrultusunda revize edilmesi ve tasarım temelli uygulamalarla birleştirilmesi esası oldukça önemlidir. Bu çerçevede planlanan STEM'in içerik entegrasyonu bağlamında yürütülen MTTFÖ sürecinde sınıf öğretmeni adaylarının hem karar verme becerileri, hem bilimsel yaratıcı düşünme süreçleri hem de mühendislik tasarım temelli süreç becerileri olumlu yönde etkilenmiştir. Sınıf öğretmeni adayları mühendislik tasarım temelli süreç ile karar verme ve bilimsel yaratıcılık gibi 21. yy becerilerinin benzer ve genellikle problem çözme süreciyle çok yakın aşamalara sahip olduğu bilincine sahiptirler. Öğretmen adayları bundan sonraki yaşamlarında karşılaştıkları problemlere çözüm bulurken kullanacakları basamakları daha iyi analiz edip, bilimsel yöntemlerden yararlanmışlardır. Bu anlamda bu araştırmanın hedeflediği araştırma sorularına istenilen düzeyde cevap alındığı düşünülerek, MTTFÖ sürecini eğitim sisteminde derinlemesine incelemenin tüm eğitim camiasına yararlı olacağı düşünülmektedir.

5.4. Öneriler

Çalışmanın bu kısmında elde edilen sonuçlar doğrultusunda araştırmacılara, öğretmenlere ve yöneticilere yönelik bazı öneriler yer almaktadır.

5.4.1. Araştırmacılara Yönelik Öneriler

- Bu araştırma kapsamında, katılımcıların çoğunluğunun kadın olmasından dolayı cinsiyete göre herhangi bir karşılaştırma ve analiz yapılamamıştır. Cinsiyet dağılımlarının birbirine yakın olduğu gruplarla benzer nitelikte çalışmalar yapılabilir.
- Bu çalışmada süreç başında, ortasında ve sonunda olmak üzere üç odak grup görüşmesi yapılmış ve deney grubu içindeki altı gruptan bir öğrenciyle odak grup görüşmesi yapılmıştır. Deney grubundaki tüm öğrencilerin odak grup görüşmesine katıldığı daha detaylı nitel bir çalışma yapılabilir.

- Araştırmanın teknoloji boyutunu zenginleştirmek amacıyla daha fazla blok kodlamaların yer aldığı yazılımlar kullanılabilir.
- Araştırmanın matematik boyutunu geliştirmek amacıyla matematik disiplininin belirlenen günlük hayat problemleri ile tasarım süreçleri yürütülebilir.
- Bu içerikteki uzun süreli uygulamalarda mühendislik tasarım sürecinin anlaşılabilmesi için uygulamaya başlanmadan en az 3 hafta önce sürecin pekiştirilmesi sağlanabilir.
- Bu çalışmada kapsamında hazırlanan ders planları ve MTTFÖ uygulaması ilkökul öğrencileri ile de yapılabilir.
- Tüm yaşam becerilerinin bir bütün olduğu düşüncesinden yola çıkarak problem çözme, analitik düşünme, eleştirel düşünme gibi diğer becerileri de ölçecek farklı ölçme araçları ile farklı örneklerde çalışmalar tasarlanabilir.

5.4.2. Öğretmenlere ve Yöneticilere Yönelik Öneriler

- Öğretmenler, yöneticiler, üniversitedeki öğretim elemanları arasında kurulacak olan etkileşim ağı (toplantılar, resmi yazışmalar, sosyal medya platformları, vb.) sayesinde tasarım temelli eğitim uygulamaları, STEM eğitim yaklaşımı konularında mesleki gelişim faaliyetleri paylaşabilir.
- Öğretmenlerin, öğretmen adaylarının ve öğrencilerin mevcut STEM laboratuvarlarını ziyaret etmeleri, kendi kurumlarında da benzer laboratuvarlar kurulmasına öncülük etmeleri sağlanabilir.
- Öğrencilerin mühendislik tasarım temelli süreçte teknoloji farkındalığı kazanması için özellikle ilkökul düzeyi blok kodlama, maker setleri kullanılabilir.
- Okul içi örgüt kültürü oluşturmak için, öğrencilerin tasarladıkları ürünleri sunacakları sınıflar arası paylaşımların sağlanması için belirli dönemlerde bilim fuarları gibi organizasyonlar yapılabilir.

- Mühendislik tasarım temelli öğretim süreçleri öğrencilerin hem mühendislik becerilerini hem de birçok yaşam becerisine katkı sağlayacaktır. Farklı derslerde, mühendislik tasarım temelli uygulamalar yapılması mühendislik tasarım, karar verme ve yaratıcı sorun çözme süreçlerinin problem çözme ile olan benzerliğinin anlaşılmasını sağlayabilir.

Mühendislik tasarım temelli öğretim süreci, geleceğimizi emanet edeceğimiz çocuklarımızın üretimin önemini anlamaları, yenilikçi bakış açısıyla kendi ürününü tasarlayan kişiler olabilmeleri için önemli bir eğitim yaklaşımı olarak ele alınmaktadır. MTTÖ eğitim sistemini baştan sona değiştirecek bir yöntem olarak değil, 21. yy dünya standartlarına uygun eğitim sistemini geliştirecek bir yaklaşım olarak görülüp uygulanırsa daha sağlıklı sonuçlar elde edilebilir. Bu süreç ile geleceği inşa edecek öğrencilerin girişimcilik, inovasyon becerileri gelişebilir ve temel bilimlere yönelik olumlu tutum kazanmaları sağlanabilir.

KAYNAKLAR

- Abd-El-Khalick, F., Boujaoude, S., Duschl, R., Lederman, N. G., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., & Tuan, H. L. (2004). Inquiry in science education: International perspectives. *Science Education*, 88(3), 397-419.
- Acar, D. (2018). *FETEMM eğitiminin ilkokul 4. sınıf öğrencilerinin akademik başarı, eleştirel düşünme ve problem çözme becerisi üzerine etkisi*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Adair, J. (2000). “*Karar Verme ve Problem Çözme*” (Kalaycı, N. Çev). Ankara: Gazi Kitabevi.
- Adams, M. (2015). A Cultural historical theoretical perspective of discourse and design in the science classroom. *Cultural Studies of Science Education*, 10(2), 329-338.
- Akaygun, S. & Aslan-Tutak, F. (2016). STEM images revealing stem conceptions of pre-service chemistry and mathematics teachers. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(1), 56-71.
- 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?*[A Report on stem education in Turkey: A Provisional agenda or a necessity?] İstanbul, Turkey: İstanbul Aydın Üniversitesi Stem Merkezi ve Eğitim Fakültesi.

- Aktamış, H., & Ergin, Ö. (2006). Fen eğitimi ve yaratıcılık. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 77-83.
- Aktamış, H., & Ergin, Ö. (2007). Bilimsel süreç becerileri ile bilimsel yaratıcılık arasındaki ilişkinin belirlenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33(33), 11-23.
- Aktamış, H. (2007). *Fen eğitiminde bilimsel süreç becerilerinin bilimsel yaratıcılığa etkisi: ilköğretim 7. sınıf fizik ünitesi örneği*. Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Altan, E. B., Yamak, H., & Kırıkkaya, E. B. (2016). FeTeMM eğitim yaklaşımının öğretmen eğitiminde uygulanmasına yönelik bir öneri: Tasarım temelli fen eğitimi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(2), 212-232.
- Altaş, S. (2018). *STEM eğitimi yaklaşımının sınıf öğretmeni adaylarının mühendislik tasarım süreçlerine, mühendislik ve teknoloji algılarına etkisinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Muş Alparslan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Muş.
- Ambruso, M. D. (2003). Challenging students with experiments. *Science Teacher*, 70(1), 41-43.
- 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.
- Avcı, B. (2017). *Lego mindstorms robotik projelerinin öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgisi, problem çözme becerileri ve bilimsel yaratıcılıkları üzerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Banks, F., & Barlex, D. (2014). *Teaching STEM in the secondary school: Helping teachers meet the challenge*. UK: Routledge.
- Baran, E., Bilici, S. C., Mesutoglu, 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.
- Barnett, M. Connolly, K. G., Jarvin, L., Marulcu, I. Rogers, C., Wendell, K. B. & Wright, C. G. (2008). *Science through LEGO engineering design a people mover: simple machines*. http://www.legoengineering.com/wp-content/uploads/2013/05/LEcom_Compiled_Packet_Machines_LowRes.pdf sayfasından erişilmiştir.
- Batı, K. (2014). *Modellemeye dayalı fen eğitiminin etkililiği; öğrencilerin bilimin doğası görüşleri ile eleştirel düşünme becerilerine etkisi*. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Bayındır, N. (2013). *Çocuklarda yaratıcılık ve geliştirilmesi*. Ankara: Eğiten Kitap.
- Baynes, K. (1994). *Designerly Play*. UK: Loughborough University Of Technology.
- Bell, D. (2016). The reality of STEM education, design and technology teachers' perceptions: A phenomenographic study. *International Journal of Technology and Design Education*, 26(1), 61-79.
- Berland, L. K. (2013). Designing for STEM integration. *Journal of Pre-College Engineering Research (J-PEER)*, 3(1), 22-31.
- Bilir, E. (2018). *İlköğretim öğrencilerinin mühendisliğe yönelik ilgi ve tutumları: Ölçek uyarlama çalışması*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- Blackley, S., & Howell, J. (2015). A STEM narrative: 15 Years in the Making. *Australian Journal of Teacher Education*, 40(7), 102-112.
- Blackley, S. Sheffield, R., Maynard, N., Koul, R., & Walker, R. (2017). Makerspace and reflective practice: Advancing pre-service teachers in stem education. *Australian Journal of Teacher Education*, 42(3), 22.
- Bozkurt, E. (2014). *Mühendislik tasarım temelli fen eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının karar verme becerisi, bilisel süreç becerileri ve sürece yönelik algılarına etkisi*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C., & Koehler, C. M. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3-11.
- Brophy, S., Klein, S., Portsmore, M., & Rogers, C. (2008). Advancing engineering education in P-12 classrooms. *Journal of Engineering Education*, 97(3), 369-387.
- Brown, C., Taylor, C., & Ponambalum, L. (2016). Using design-based research to improve the lesson study approach to professional development in camden (London). *London Review of Education*, 14(2), 4-24.
- Brown, J. (2012). The current status of STEM education research. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 13(5).
- Brunsell, E. (2012) The engineering design process. Brunsell, E. (Ed.) *Integrating engineering + science in your classroom (3-5)*. Arlington, Virginia: National Science Teacher Association [NSTA] Press.
- Brunsell, E., Kneser, D. M., & Niemi, K. J. (2014). *Introducing teachers and administrators to the NGSS: A professional development facilitator's guide*. USA: NSTA.

- Büyüköztürk, S., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, S., & Demirel, F. (2012). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (18. Baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Büyüköztürk, Ş. (2004). *Veri analizi el kitabı*. Ankara: Pegem Akademi.
- Bybee, R. W. (2010). What is stem education? *Science*, 329(5995), 996-996.
- Carr, R. L., Bennett IV, L. D. & Strobel, J. (2012). Engineering in the K-12 STEM standards of the 50 US states: An analysis of presence and extent. *Journal of Engineering Education*, 101(3), 539-564.
- Christensen, L. B. Johnson, B., & Turner, L. A. (2015). *Araştırma yöntemleri: Desen ve analiz*. Ankara: Anı.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences (2nd ed.)*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Creswell, J. W., & Clark, V. L .P. (2007). Choosing a mixed methods design. In J.W. Creswell & V. L. P. Clark (Eds). *Designing and conducting mixed methods research* (pp. 62-79). California: SAGA.
- Creswell, J. W., & Clark, V. L. P. (2014). *Karma yöntem araştırmaları: Tasarımı ve yürütülmesi*. Ankara: Anı.
- Creswell, J. W., & Clark, V. L. P. (2015). *Pesquisa de métodos mistos-: Série métodos de pesquisa*. Pt: Penso.
- Creswell, J. W. (2013). *Research Design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Uk: Sage.
- Crippen, K. J., & Archambault, L. (2012). Scaffolded inquiry-based instruction with technology: A signature pedagogy for STEM education. *Computers in the Schools*, 29(1-2), 157-173.

- Culver, D. E. (2012). *A qualitative assessment of preservice elementary teachers' formative perceptions regarding engineering and K-12 engineering education*. Master's Thesis, Iowa State University, Iowa.
- Çalışıcı, S. (2018). *Fetemm uygulamalarının 8.sınıf öğrencilerinin çevresel tutumlarına, bilimsel yaratıcılıklarına, problem çözme becerilerine ve fen başarılarına etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü Ankara.
- Çalışıcı, H. & Sümen, Ö. Ö. (2018). Metaphorical perceptions of prospective teachers for STEM education. *Universal Journal of Educational Research*, 6(5), 871-880.
- Çepni, S. (2018). Kuramdan uygulamaya stem eğitimi. *Pegem Atıf İndeksi*, 1-633.
- Çiftçi, M. (2018). *Geliştirilen STEM etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin bilimsel yaratıcılık düzeylerine, STEM disiplinlerini anlamalarına ve STEM mesleklerini fark etmelerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize.
- Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G., & Büyüköztürk, Ş. (2012). *Sosyal bilimler için çok değişkenli istatistik: SPSS ve LISREL uygulamaları* (Vol. 2). Ankara: Pegem Akademi.
- Çorlu, M. S., & Çallı, E. (2017). *STEM kuram ve uygulamalarıyla fen, teknoloji, mühendislik ve matematik eğitimi*. İstanbul: Pusula.
- Çorlu, M. S., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2014). Introducing STEM education: Implications for educating our teachers in the age of innovation. *Eğitim ve Bilim*, 39(171), 74-85.
- Dağlıoğlu, H. E. (2010). Yaratıcılık, hayal gücü ve zekâ ilişkisi. E. Çelebi Öncü (Ed.) *Erken çocukluk döneminde yaratıcılık ve geliştirilmesi içinde* (s. 48-82). Ankara: Pegem Akademi.
- De Brabandere L. & Iny, A. (2010). Scenarios and creativity: Thinking in new boxes. *Technological Forecasting and Social Change*, 77(9), 1506-1512.

- Demir H., B. Bircan, H. Tütek. (1985). *Yönetmel Karar Verme*. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İşletme Bölümü.
- Demir, S. (2014). *Bilimsel tartışma ve araştırmaya dayalı tasarlanan laboratuvar programının, fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılıklarına etkisi*. Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri, İstanbul.
- Demirhan, E. (2015). *3D model tasarlanmanın fen bilgisi öğretmen adaylarının akademik başarıları, problem çözme becerileri, bilimsel yaratıcılıkları ve sürece yönelik algılarına etkisinin incelenmesi*. Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- DiFrancesca, D., Lee, C., & McIntyre, E. (2014). Where is the " E" in STEM for young children? engineering design education in an elementary teacher preparation program. *Issues in Teacher Education*, 23(1), 49-64.
- Doğan, N. (2016). Yaratıcı düşünme ve yaratıcılık. Ö. Demirel (Ed.) *Eğitimde Yeni Yönelimler içinde* (s.167-198). Ankara: Pegem.
- Drake, S. M., & Burns, R. C. (2004). *Meeting standards through integrated curriculum*. USA: ASCD.
- Dym, C. L., Agogino, A. M., Eris, O., Frey, D. D., & Leifer, L. J. (2005). Engineering design thinking, teaching, and learning. *Journal of Engineering Education*, 94(1), 103-120.
- Dym, C. L., Wood, W. H., & Scott, M. J. (2002). Rank ordering engineering designs: pairwise comparison charts and Borda counts. *Research in Engineering Design*, 13(4), 236-242.
- Ercan, S., & Bozkurt, E. (2013). *Expectations from engineering applications in science education: decision-making skill*. IOSTE Eurasian Regional Symposium & Brojerage event Horizon 2020'de sunulmuş bildiri, Antalya.

- Ercan, S., & Şahin, F. (2015). The usage of engineering practices in science education: effects of design based science learning on students' academic achievement. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science & Mathematics Education*, 9(1).
- Ercan, S. (2014). Fen eğitiminde mühendislik uygulamalarının kullanımı: tasarım temelli fen eğitimi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, 9(1), 128-164.
- Ercan, S., Şahin, F., (2013). *Mühendisliğin fen eğitimine entegrasyonu: Mü (fen) dislik*. Uluslararası Eğitimde Değişim ve Yeni Yönelimler Sempozyumu, Konya.
- Erez, R. (2004). Freedom and creativity: An approach to science education for excellent students and its realization in the israel arts and science academy's curriculum. *The Journal of Secondary Gifted Education*, 15(140).
- Eroğlu, S., & Bektaş, O. (2016). STEM eğitimi almış fen bilimleri öğretmenlerinin STEM temelli ders etkinlikleri hakkındaki görüşleri. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi*, 4(3), 43-67.
- Ersoy, Z. (2018). *İlkokullar için STEM programını uygulayan okul öncesi ve sınıf öğretmenlerinin stem öğretimi özyeterliklerinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Felix, A. (2016). *Design based science and higher order thinking*. Doctoral Dissertation, Virginia Polytechnic Institute and State University, Virginia.
- Fırat, M., Yurdakul, I. K., Ersoy, A., Fırat, M., Kabakçı Yurdakul, I. & Ersoy, A. (2014). Bir eğitim teknolojisi araştırmasına dayalı olarak karma yöntem araştırması deneyimi. *Journal of Qualitative Research in Education-Joqre*, 2(1), 65-86.

- Fifolt, M., & Searby, L. (2010). Mentoring in cooperative education and internships: preparing protégés for STEM professions. *Journal of STEM Education: Innovations & Research*, 11(1), 17-27.
- Fisher, S. (2013). *Developing creativity from school and home experiences: How parents and educators*. Doctoral Dissertation, The State University of New Jersey Graduate program in Learning and Teaching in Education, New Jersey.
- Forman, E. H., & Selly, M. A. (2001). *Decision by objectives: How to convince others that you are right*. World Scientific.
- Fortus, D., Dershimer, R. C., Krajcik, J., Marx, R. W., & Mamlok-Naaman, R. (2004). Design-based science and student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 1081-1110.
- Fraenkel, J. R., & Wallen, N. E. (2006). *How to design and evaluate research in education*. NY: McGraw-Hill Humanities/Social Sciences/Language.
- Genek, S. (2018). *STEM eğitimi uygulanan ilkökul öğrencilerinin bilimsel yaratıcılık düzeylerinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ghassib, H. B. (2010). Where does creativity fit into a productivist industrial model of knowledge production? *Gifted and Talented International*, 25(1), 13-19.
- Girden, E.R., 1992. *ANOVA repeated measures*. Thousand Oaks, CA: SAGE.
- Glover, J. A., Ronning, R. R., & Reynolds, C. R. (Eds.). (2013). *Handbook of creativity*. New York: Springer .
- Gravetter, F. L., & Wallnau, L. B. (2013). *Statistics for the behavioral sciences (9th ed.)*. Belmont, CA: Wadsworth.

- Greene, J. C., Caracelli, V. J., & Graham, W. F. (1989). Toward a conceptual framework for mixed-method evaluation designs. *Educational evaluation and policy analysis*, 11(3), 255-274.
- Grosul, M. (2010). *In search of the creative scientific personality*. Master's Thesis, San Jose State University The Faculty of the Department of Psychology, California.
- Guilford, J. P. (1956). The structure of intellect. *Psychological Bulletin*, 53(4), 267.
- Guzey, S. S., Moore, T. J., & Harwell, M. (2016). Building up STEM: An analysis of teacher-developed engineering design-based STEM integration curricular materials. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 6(1), 2.
- Gülhan, F. (2016). *Fen-teknoloji-mühendislik-matematik entegrasyonunun (STEM) 5. sınıf öğrencilerinin algı, tutum, kavramsal anlama ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisi*. Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Hacıoğlu, Y. (2017). *Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) eğitimi temelli etkinliklerin fen bilgisi öğretmen adaylarının eleştirel ve yaratıcı düşünme becerilerine etkisi*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2010). *Multivariate data analysis: A global perspective*. (7th ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson.
- Havice, W., Havice, P., Waugaman, C., & Walker, K. (2018). Evaluating the effectiveness of integrative STEM education: Teacher and administrator professional development. *Journal of Technology Education*, 29(2), 73-90.
- Hazelrigg, G. A. (1999). An axiomatic framework for engineering design. *Journal of Mechanical Design*, 121(3), 342-347.
- Heller, K. A. (2007). Scientific ability and creativity. *High Ability Studies*, 18(2), 209-234.

- Herrmann, N. (2003). *İş yaşamında bütünsel beyin*. İstanbul: Hayat.
- Hu, W., & Adey, P. (2002). A scientific creativity test for secondary school students. *International Journal of Science Education*, 24(4), 389-403.
- Hynes, M., Portsmore, M., Dare, E., Milto, E., Rogers, C., Hammer, D., & Carberry, A. (2011). Infusing engineering design into high school STEM courses. *Publications*, 1-7.
- ITEA. (2000). *Standards for technological literacy: Content for the study of technology*. Reston, VA: International Technology Education Association.
- Jo, S. M. (2009). *A study of Korean students' creativity in science using structural equation modeling*. Doctoral Dissertation, The University of Arizona, Arizona.
- Johnson, R. B., & Onwuegbuzie, A. J. (2004). Mixed methods research: A research paradigm whose time has come. *Educational researcher*, 33(7), 14-26.
- Jonassen, D. H. (2011). Design problems for secondary students. *National Center for Engineering and Technology Education*. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED537388.pdf> sayfasından erişilmiştir.
- Kadayıfçı, H. (2008). *Yaratıcı düşünmeye dayalı öğretim modelinin öğrencilerin maddelerin ayrılması ile ilgili kavramları anlamalarına ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisi*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kallet, M. & Kallet, M. (2014). *Think Smarter: Critical thinking to improve problem-solving and decision-making skills*. Hoboken, NJ: Wiley.
- Kaptan, F., & Kuşakcı, F. (2002). Fen öğretiminde beyin fırtınası tekniğinin öğrenci yaratıcılığına etkisi. V. *Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi Bildirileri*, 197-202.

- Karahan, E., Canbazoglu-Bilici, S., & Unal, A. (2015). Integration of media design processes in science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education. *Eurasian Journal of Educational Research*, 60, 221-240.
- Karataş, F-Ö. (2018). Eğitimde geleneksel anlayışa yeni bir s(İ)tem, S.ÇEPNİ (Ed), *Kuramdan Uygulamaya STEM+A+E Eğitimi içinde (s.54-63)* Ankara: Pegem Akademi.
- 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.
- Kaya, M. E. (2018). *STEM uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adayları öz düzenleme ve yaratıcılığına etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzincan.
- Kayser, T. A. (2011). *Building team power: how to unleash the collaborative genius of teams for increased engagement, productivity, and results*. NY: McGraw-Hill.
- Kelly, M. A. (2008). *Bridging digital and culturel divides tpck for equity of access to content knowledge for educators (P.31-58)*. NY: Routledge.
- Kloser, M., Wilsey, M., Twohy, K. E., Immonen, A. D., & Navotas, A. C. (2018). “We do STEM”: Unsettled conceptions of STEM education in middle school STEM classrooms. *School Science and Mathematics*, 118(8), 335-347.
- Kocabas, S. (1993). Elements of scientific creativity. In *Working Notes of the AAAI Spring Symposium on Artificial Intelligence and Creativity* (pp. 39-45).California: AAAI.
- Koçak, B. (2019). *Fen bilimleri, matematik ve sınıf öğretmen adaylarının FeTeMM öğretimine ilişkin yönelimleri*. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Antalya.

- Koehler, C., Faraclos, E., Sanchez, S., Latif, S. K. & Kazerounian, K. (2005). *Engineering frameworks for high school setting: Guidelines for technical literacy for high school students*, ASEE Conference & Exposition.
- Kolodner, J. L., Camp, P. J., Crismond, D., Fasse, B., Gray, J., Holbrook, J., & Ryan, M. (2003). Problem-based learning meets case-based reasoning in the middle-school science classroom: Putting learning by design (tm) into practice. *The Journal of the Learning Sciences*, 12(4), 495-547.
- Kolodner, J. L., Crismond, D., Gray, J., Holbrook, J., & Puntambekar, S. (1998, December). *Learning by design from theory to practice*. In Proceedings of the international conference of the learning sciences (Vol. 98, pp. 16-22).
- Konca Şentürk, F. (2017). *FeTeMM etkinliklerinin fen bilimleri dersindeki kavramsal anlama ve bilimsel yaratıcılık üzerindeki etkileri ve öğrenci görüşleri*. Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
- Koray, Ö. (2004). Fen eğitiminde yaratıcı düşünmeye dayalı öğretmen adaylarının yaratıcılık düzeylerine etkisi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi Dergisi*, 10(4), 580-599.
- Krajcik, J. S., & Blumenfeld, P. (2006). Project-based learning. In K. L. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of the learning sciences* (pp. 317-333). Cambridge: Cambridge University.
- Krajcik, J. S., Blumenfeld, P., Marx, R. W., Bass, K. M., Fredricks, J., & Soloway, E. (1998). Middle school students' initial attempts at inquiry in project-based science classrooms. *Journal of the Learning Sciences*, 7, 313-350.
- Kuvan, H. (2007). *Türk girişimcilerinin yaşam ve çalışma değerleri: malatyalı girişimciler üzerine bir araştırma*. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta.

- Kuzu, A., Günüç, S., & Odabaşı, H. F. (2013). 21. Yüzyıl öğrenci özelliklerinin öğretmen adayları tarafından tanımlanması: Bir twitter uygulaması. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 9(4), 436-455.
- Labov, J. B., Singer, S. R., George, M. D., Schweingruber, H. A., & Hilton, M. L. (2009). Effective practices in undergraduate STEM education part 1: Examining the evidence. *CBE-Life Sciences Education*, 8(3), 157–161.
- Lachapelle, C. P. & Cunningham, C. M. (2014). Engineering in elementary schools. *Engineering in pre-college settings: Synthesizing research, policy, and practices*, 61-88.
- Lai, E. R., & Viering, M. (2012). *Assessing 21st century Skills: Integrating research findings*. UK: Pearson.
- Leonard, M. J. (2004). *Toward epistemologically authentic engineering design activities in the science classroom*. National Association for Research in Science Teaching, Vancouver, B.C.
- Liang, J. C. (2002). *Exploring scientific creativity of eleventh grade students in Taiwan*. Doctoral dissertation The University of Texas, Austin.
- Lin, C., Hu, W., Adey, P., & Shen, J. (2003). The influence of CASE on scientific creativity. *Research in Science Education*, 33(2), 143-162.
- Marulcu, İ. & Sungur, K. (2012). Fen bilgisi öğretmen adaylarının mühendis ve mühendislik algılarının ve yöntem olarak mühendislik-dizayna bakış açılarının incelenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 12, 13-23.
- Marulcu, İ. (2010). *Investigating the impact of a lego-based, engineering-oriented curriculum compared to an inquiry-based curriculum on fifth graders' content learning of simple machines*. Doctoral dissertation (UMI No. 3419134), Boston College, Chestnut Hill.

- Massachusetts Department of Elementary and Secondary Education. (2016). *2016 Massachusetts science and technology/engineering curriculum framework*. Massachusetts Department of Elementary and Secondary Education.
- Meador, K. S. (2003). Thinking creatively about science suggestions for primary teachers. *Gifted Child Today*, 26(1), 25-29.
- Mehalik, M., Doppelt, Y., & Schunn, C. D. (2008). Middle school science through design based learning versus scripted inquiry: better overall science concept learning and equity gap reduction. *Journal of Engineering Education*, January, 71-86.
- Mentzer, N. (2011). High school engineering and technology education integration through design challenges. *Journal of STEM Teacher Education*, 48(2), 7.
- Merriam, S. B. (2013). *Nitel araştırma: Desen ve uygulama için bir rehber*. Ankara: Nobel.
- Meyrick, K. M. (2011). How STEM education improves student learning. *Meridian K-12 School Computer Technologies Journal*, 14(1), 1-6.
- Miles, M. B. & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: a sourcebook*. Uk: Sage.
- Miles, M. B. & Huberman, A. M. (2015). *Nitel veri analizi*. (Çev. S. Akbababa Altun ve A. Ersoy). Ankara: Pegem Akademi.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] (2013). *Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, ilköğretim fen bilimleri dersi (4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Devlet Kitapları Müdürlüğü.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] (2017). *Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı Fen Bilimleri Dersi Öğretimi Taslak Programı*. Ankara: Devlet Kitapları Müdürlüğü.

Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] (2018). *Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, ilköğretim fen bilimleri dersi (4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Devlet Kitapları Müdürlüğü.

Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] (2005). *İlköğretim fen ve teknoloji dersi (4-5. Sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Devlet Kitapları Müdürlüğü.

Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] (2013). *Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı fen bilimleri dersi öğretim programı*. Ankara: Devlet Kitapları Müdürlüğü.

Moore, T. J., Glancy, A. W., Tank, K. M., Kersten, J. A., Smith, K. A., & Stohlmann, M. S. (2014). A framework for quality K-12 engineering education: Research and development. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 4(1), 2.

Moore, T. J., Stohlmann, M. S., Wang, H. H., Tank, K. M., Glancy, A. W., & Roehrig, G. H. (2014). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. In *Engineering in pre-college settings: Synthesizing research, policy, and practices*. Purdue University Press.

National Academy of Engineering [NAE] & National Research Council [NRC] (2009). *Engineering in K-12 education understanding the status and improving the prospects*. Edt. Katehi, L., Pearson, G. & Feder, M. Washington, DC: National Academies.

National Aeronautics and Space Administration [NASA], 2015. *Let It Glide: Facilitation Guide*. URL adres:

https://www.nasa.gov/sites/default/files/files/EDC02_Let_It_Glide_Facilitation_Guide_FINAL.pdf sayfasından erişildi. Erişim tarihi: 03.11.2018.

- National Research Council [NRC]. (2012). *A Framework for K-12 science education: Practicescrosscutting concepts, and core ideas*. Washington Dc: The National Academic.
- Next Generations Science Standards [NGGS]. (2013). *The Next Generation Science Standards-Executive Summary*.
[Http://Www.Nextgenscience.Org/Sites/Ngss/Files/Final%20release%20ngss%20front%20matter%20-%206.17.13%20update_0.Pdf](http://Www.Nextgenscience.Org/Sites/Ngss/Files/Final%20release%20ngss%20front%20matter%20-%206.17.13%20update_0.Pdf) Adresinden erişilmiştir.
- Ohsawa, Y. (2002). Chance discoveries for making decisions in complex real world. *New Generation Computing*, 20(2), 143-163
- Özçakır Sümen, Ö. (2018). *Matematik dersinde uygulanan stem etkinliklerinin sınıf öğretmeni adaylarının öğrenme ürünlerine etkileri*. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Özdemir, A.U. (2019). *Sınıf öğretmenlerinin FeTeMM farkındalıkları ve FeTeMM eğitimi uygulamalarına yönelik görüşleri*. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Özden, Y. (2014). *Öğrenme ve öğretme*. Ankara: Pegem.
- Öztürk, M. (2017). *İlkokul 4. sınıf öğretmenleri ve öğrencilerinin FeTeMM eğitimine ilişkin yeterlik inançları ve tutumlarının incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- Parsıl, Ü. (2012). *Sanatta Yaratıcılık*, Ankara: An.
- Pekbay, C. (2017). *Fen teknoloji mühendislik ve matematik etkinliklerinin ortaokul öğrencileri üzerindeki etkileri*. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Penner, D. E., Giles, N. D., Lehrer, R., & Schauble, L. (1997). Building functional models: designing an elbow. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(2), 125-143.

- PISA (The Programme For International Student Assessment) (2015). *Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı*. http://pisa.meb.gov.tr/wp-content/uploads/2014/11/PISA2015_UlusalRapor.pdf sayfasından erişilmiştir.
- Piltz, A., & Sund, R. B. (1968). *Creative teaching of science in the elementary school*. USA: Allyn and Bacon.
- Popa, R. A., & Ciascai, L. (2017). Students' attitude towards STEM education. *Acta Didactica Napocensia*, 10(4), 55-62.
- Proctor, T. (2005). *Creative problem solving for managers: developing skills for decision making and innovation*. NY: Routledge.
- Resnick, M. (2002). Rethinking Learning in The Digital Age. In G. Kirkman (Ed.) *The Global information technology report: Readiness for he networked World* (pp. 32-37). Oxford: Oxford University.
- Rinke, C. R., Gladstone-Brown, W., Kinlaw, C. R. & Cappiello, J. (2016). Characterizing STEM teacher education: Affordances and constraints of explicit STEM preparation for elementary teachers. *School Science and Mathematics*, 116(6), 300-309.
- Robinson, S. K. (2003). *Yaratıcılık-Aklın sınırlarını aşmak* (N. G. Koldaş Çev.). İstanbul: Kitap.
- Roehrig, G. H., Moore, T. J., Wang, H. H., & Park, M. S. (2012). Is adding the E enough? Investigating the impact of K-12 engineering standards on the implementation of STEM integration. *School Science and Mathematics*, 112(1), 31-44.
- Rogers, C., & Portsmore, M. (2004). Bringing engineering to elementary school. *Journal of Stem Education: Innovations and Research*, 5(3/4), 17.
- Roth, W. M. (1996). Art and artifact of children's designing: a situated cognition perspective. *The Journal of The Learning Sciences*, 5(2), 129-166.

- Roth, W. M. (2001). Learning science through technological design. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 38(7), 768-790.
- Sadler, P. M., Coyle, H. P., & Schwartz, M. (2000). Engineering competitions in the middle school classroom: Key elements in developing effective design challenges. *The Journal of the Learning Sciences*, 9, 299–327.
- Salvucci, S., Walter, E., Conley, V., Fink, S., & Saba, M. (1997). *Measurement Error Studies at the National Center for Education Statistics*. (NCES 97-464). Washington, DC: National Center for Education Statistics.
- San, İ. (2008). *Sanat ve eğitim, yaratıcılık, temel sanat kuramları, sanat eleştirisi yaklaşımları*, Ankara: Ütopya.
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM Education, STEMmania. *The Technology Teacher*, December/January, 68(4), 20-26.
- Sarıkaya, M. (2013). *Karar verme süreçleri ve örgütsel sessizlik*. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Denizli.
- Schneider, R. M., & Krajcik, J. (2002). Supporting science teacher learning: The Role of educative curriculum materials. *Journal of Science Teacher Education*, 13(3), 221-245.
- Schulte-Mecklenbeck, M., Kühberger, A., & Johnson, J. G. (Eds.). (2011). *A handbook of process tracing methods for decision research: A critical review and user's guide*. Uk: Psychology.
- Schwartz, R. S., Akom, G., Skjold, B., Hong, H. H., Kagumba, R., & Huang, F. (2007, April). A change in perspective: Science education graduate students' reflections on learning about NOS. In *International meeting of the National Association for Research in Science Teaching*. New Orleans, LA.

- Siew, N. M., Amir, N. & Chong, C. L. (2015). The perceptions of pre-service and in-service teachers regarding a project-based STEM approach to teaching science. *Springer Plus*, 4(1), 8.
- Simon, H. A. (1977). *The new science of management decision* Englewood Cliffs. NJ: Prentice Hall.
- Skorepa, M. (2010). *Decision making: A behavioral economic approach*. UK: Macmillan International Higher Education.
- Sternberg, R. J., & Lubart, T. I. (1996). Investing in creativity. *American Psychologist*, 51(7), 677.
- Stohlmann, M., Moore, T. J., & Roehring, H.G., (2012). Considerations for teaching integrated STEM. *Journal of Pre-College Engineering Education Research* 2(1), 28–34.
- Şahin, A., Ayar, M. C., & Adiguzel, T. (2014). Stem related after-school program activities and associated outcomes on student learning. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 14(1), 309-322.
- Şeker, B. S., & Şahin, G. G. (2012). Images of future technology generated by primary school students through their paintings. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 55, 178-186.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2013). *Using multivariate statistics*, 6th edn. Boston. Ma: Pearson.
- Tal, T., Krajcik, J. S. ve Blumenfeld, P. C. (2006). An observational methodology for studying group design activity. *Research in Engineering Design*, 2(4), 722-745.
- Tan, Ş. (2016). *SPSS ve excel uygulamalı temel istatistik-1*.Ankara: Pegem Atıf İndeksi.
- Tashakkori, A., & Creswell, J. W. (2007). The new era of mixed methods [Editorial]. *Journal of Mixed Methods Research*, 1(1), 3-7.

- Taş, U. E., Arıcı, Ö., Ozarkan, H. B., & Özgürlük, B. (2016). *PISA 2015 ulusal raporu*. http://odsgm.meb.gov.tr/test/analizler/docs/PISA/PISA2015_Ulusal_Rapor.pdf adresinden erişilmiştir.
- TIMMS(Trends in International Mathematics and Science Study) (2015). *Timss 2015 ulusal matematik ve fen bilimleri ön raporu 4. ve 8. sınıflar* https://odsgm.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2017_06/23161945_timss_2015_on_raporu.pdf sayfasından erişilmiştir.
- Torrance, E. P. (1962). Non-test ways of identifying the creatively gifted. *Gifted Child Quarterly*, 6(3), 71-75.
- Torrance, E. P. (1993). Understanding creativity: Where to start? *Psychological Inquiry*, 4(3), 232-234.
- Tress, G., Tress, B., & Fry, G. (2007). Analysis of the barriers to integration in landscaperesearch projects. *Land use policy*, 24(2), 374-385.
- Tuğrul, B. (2006). Okul öncesi dönemde düşünme becerilerinin gelişmesinde yaratıcı bir süreç olarak drama. *Yaratıcı Drama Dergisi*, 1(2), 67-80.
- TUSIAD (2014). *Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanında eğitim almış iş gücüne yönelik talep ve beklentiler araştırması*. <https://tusiad.org/tr/yayinlar/raporlar/item/8054-stem-alaninda-egitim-almis-isgucune-yonelik-talep-ve-beklentiler-arastirmasi> adresinden erişilmiştir.
- Uğur, S. (2015). *Girişimcilik eğitiminin ilköğretim programlarına konulmasına yönelik model önerisi*. Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Eskişehir.
- Uluyol, Ç. & Eryılmaz, S. (2015). 21. yüzyıl Becerileri Işığında FATİH Projesi Değerlendirmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35(2), 209-229.

- Uzel, L. (2019). *6. sınıf madde ve ısı ünitesinde gerçekleştirilen mühendislik tasarım temelli uygulamaların öğrencilerin problem çözme ve tasarım becerilerine etkisinin değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aksaray.
- Üçüncüoğlu, İ. (2018). *Fen bilgisi öğretmen adaylarına yönelik STEM odaklı laboratuvar uygulamalarının tasarlanması ve etkililiğinin araştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sinop.
- Vasquez, J. A., Comer, M., & Sneider, C. (2013). *STEM Lesson Essentials, Grades 3-8: Integrating Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (1st ed.). Portsmouth, NH: Heinemann.
- Wallace, B. (1986). Creativity: Some definitions: The creative personality; the creative process; the creative classroom. *Gifted Education International*, 4(2), 68-73.
- Wendell, K. B. (2008). *The Theoretical and empirical basis for design-based science instruction for children*. Doctoral Dissertation, Tufts University, Massachusetts.
- Wendell, K. B., Connolly, K. G., Wright, C. G., Jarvin, L., Rogers, C., Barnett, M. & Marulcu, I. (2010). Incorporating engineering design into elementary school science curricula. *American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition*, Louisville, Ky.
- Wendell, K.B., & Rogers, C. (2013). Engineering design-based science, science content performance, and science attitudes in elementary school. *Journal of Engineering Education*, 102(4), 513-540.
- Williams, J. (2011). STEM education: Proceed with caution. *Design and Technology Education: An International Journal*, 16(1).
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.

- Xu, L., & Yang, J. B. (2001). Introduction to multi-criteria decision making and the evidential reasoning approach (pp. 1-21). Manchester: Manchester School of Management.
- Yager, R. E. (2000). A vision for what science education should be like for the first 25 years of a new millennium. *School Science and Mathematics*, 100(6), 327-34.
- Yangın, S. (2006). 2004 Programı çerçevesinde ilköğretimde fen ve teknoloji dersinin konularına ilişkin öğretmen ve öğrenci görüşleri. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yasak, M. (2017). *Tasarım temelli fen eğitiminde, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik uygulamaları: Basınç Konusu Örneği*. Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Sivas.
- Yavuz, Ü. (2019). *İlkokul fen bilimleri dersinin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FETEMM) etkinlikleri ile işlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Afyon.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H., (2013). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin.
- Yıldırım, B., & Selvi, M. (2015). Adaptation of stem attitude scale to Turkish. *Electronic Turkish Studies*, 10(3).
- 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. (2016). 7. Sınıf fen bilimleri dersine entegre edilmiş fen, teknoloji, mühendislik, matematik (STEM) uygulamaları ve tam öğrenmenin etkilerinin incelenmesi. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- Yıldırım, B. (2017). Fen eğitiminde STEM. Demirci Güler M. P. (Ed.), *Fen bilimler öğretimi içinde* (s275-299).Ankara: Pegem Akademi.
- Zeidler, D. L. (2016). STEM education: A deficit framework for the twenty first century? A sociocultural socioscientific response. *Cultural Studies of Science Education*, 11(1), 11-26.
- Zhang, J. Liu, G., & Lin, C. (2012). An action-oriented approach to gifted education: Evidence from the field of scientific creativity. *High Ability Studies*, 23(1), 123-12

EKLER

EK 1. Etik Komisyonu

Ge Sayısı: 23/02/2018-E.31993


**T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ**
Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü



Sayı : 80287700-302.08.01-
Konu : Bilimsel ve Eğitim Amaçlı(Elçin
AYAZ)

ÖĞRENCİ İŞLERİ DAİRE BAŞKANLIĞINA

İlgi : 13/02/2018 tarihli ve 77082166-302.08.01- 26324 sayılı yazı.

Enstitümüz Temel Eğitim Ana Bilim Dalı, Sınıf Eğitimi Bilim Dalı Doktora öğrencisi **Elçin AYAZ**, Prof. Dr. Rabia SARIKAYA'nın danışmanlığında yürüttüğü *"Mühendislik Tasarım Temelli Fen Eğitiminin Sınıf Öğretmeni Adaylarının Karar Verme Becerisi ve Bilimsel Yaratıcılıklarına Etkisi"* isimli tezi ile ilgili olarak Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Temel Eğitim Bölümü, Sınıf Eğitimi Ana Bilim Dalında öğrenim gören lisans öğrencilerine uygulama yapabilmek için Etik Kurul onayını almıştır.

Söz konusu öğrenciye müsaade edilmesi hususunda gereğini bilgilerinize saygılarımla arz ederim.

e-imzalıdır
Prof. Dr. Selma YEL
Enstitü Müdürü

Dilekçe
Gazi Üniversitesi Etik Komisyonu Formu 1
Gazi Üniversitesi Etik Komisyonu Formu 2
Gazi Üniversitesi Etik Komisyonu Formu 3
Gazi Üniversitesi Etik Komisyonu Formu 4
Gazi Üniversitesi Etik Komisyonu Formu 5
Gazi Üniversitesi Etik Komisyonu Formu 6
Karar Verme Beceri Testi
Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği

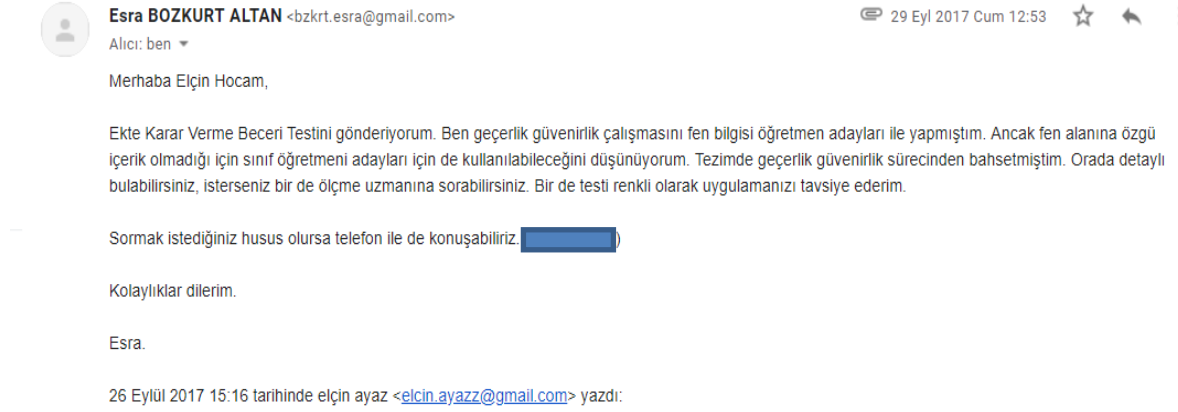


Gazi Üniversitesi Rektörlüğü Tarihi Bina (Rektörlük girişinin arkası) 06500 Teknik Okullar /
Ankara
Tel:0 (312) 202 37 59-63-66-69-70... Faks:0 (312) 202 37 79
e-Posta :egtbil@gazi.edu.tr İnternet Adresi :http://www.egtbil.gazi.edu.tr/
Bilgi için :Sündüz Çelik
Bilgisayar İşletmeni
Telefon No:03122023769

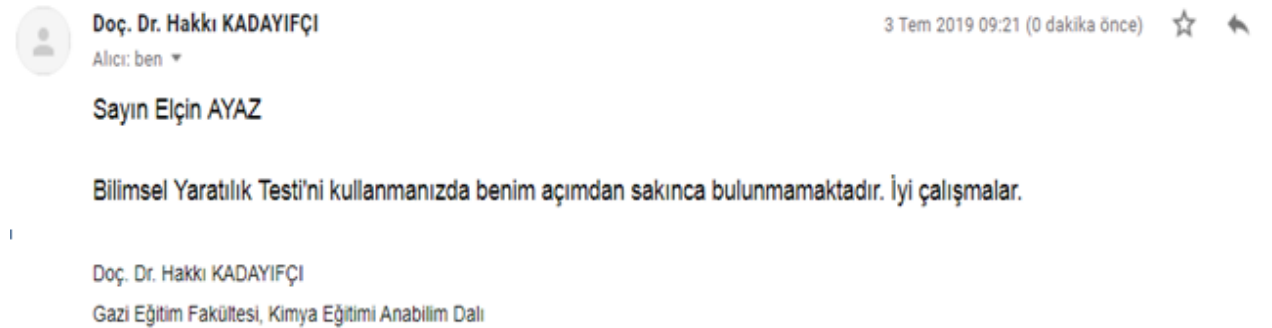
Bu belge 5070 sayılı Elektronik İmza Kanununun 5. Maddesi gereğince güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

EK.2. Veri Toplama Araçlarını Kullanma İzinleri

KVBT İçin Alınan İzin Metni



BYT İçin Alınan İzin Metni



EK 3. “Alan Uzmanlarıyla Nitel Temelli Araştırmalara Yolculuk-III” Katılım Belgesi



EK 4. “Başarı Testi Nasıl Geliştirilir? Farklı Ölçme Kuramlarına Göre Tüm Yönleriyle Başarı Testi Geliştirme” Katılım Belgesi



EK 5. “STEM Öğretmeni Eğitim Programı” Katılım Sertifikası

Eğitim Sertifikası Certificate of Registration Eğitim Sertifikası Certificate of Registration

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
SÜREKLİ EĞİTİM MERKEZİ

REPUBLIC OF TURKEY
ISTANBUL AYDIN UNIVERSITY
LIFE-LONG LEARNING CENTER

Sertifika No: 2018/00234

İSTANBUL AYDIN
ÜNİVERSİTESİ

Eğitim Sertifikası
Certificate of Registration

ELÇİN AYAZ

24 – 27 OCAK 2018 tarihleri arasında 40 saatlik
STEM ÖĞRETMENİ
eğitim programını başarıyla tamamlayarak
sertifikaya almaya hak kazanmıştır.

has been awarded this certificate for successfully
completing 40 hours STEM TEACHER
course between 24 - 27 JANUARY 2018

[Signature]
Nilgün EFENDİOĞLU
Sürekli Eğitim Merkez Müdürü

[Signature]
Yrd. Doç. Dr. Dervim AKGÜNDÜZ
Eğitim Bilimleri ve Teknolojileri
Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürü

[Signature]
Prof. Dr. Yadiqar İZMİRLİ
İstanbul Aydın Üniversitesi
Rektörü

Eğitim Sertifikası Certificate of Registration Eğitim Sertifikası Certificate of Registration

EK 6. “Eğitimde Yeni Bir Yaklaşım: STEM Eğitimi” Seminer Katılım Belgesi



EK 7. “Sınıf öğretmenleri için STEM Eğitimi” Atölye Yürütücü Belgesi



EK 8. Karar Verme Beceri Testi

KARAR VERME BECERİ TESTİ

1., 2. ve 3. Soruları çözmek için aşağıda yer alan bilgilere ihtiyaç duyulacaktır.

Sinop ilçe merkezinde bir ilköğretim okulunda öğrenci olan Serkan'ın babası Yakup Bey bir kurtasiye açmayı planlamaktadır. Kurtasiyeyi açmak için kendisine 6 yer seçeneği belirlemiş ve bunları şöyle sıralamıştır.

- Okullar Caddesi
- İtfaiye Caddesi
- Zeytinlik Yolu
- Korucuk-Fakülte Yolu
- Okulaltı Sokak
- Gelincik Mahallesi Yolu

Yakup Bey belirlediği 6 seçenekten birine karar vermek için oğlu Serkan ile birlikte, seçeneklerin önemini belirleyen bazı ölçütler çıkartmış ve aşağıdaki tabloya aktarmışlardır.

Seçenekler Ölçütler	Ada Mahallesi	İtfaiye Caddesi	Zeytinlik Yolu	Korucuk-Fakülte Yolu	Okulaltı Sokak	Gelincik Mahallesi Yolu
Rekabet Şartları	8	6	8	8	4	7
Merkeze Yakınlık	4	9	7	3	6	6
Yakınında Okul Bulunma	6	7	6	5	6	7
Dükkan Kiraları	6	4	7	6	5	7
Uygun Genişlikte Dükkan Bulabilme	4	3	4	4	3	6

Tabloda verilen ölçütler ile ilgili puan uygulaması 10 puan üzerinden yapılmıştır. Bir ölçüte yönelik yüksek puana sahip olan seçenek kurtasiye açmak için en uygun, düşük puana sahip olan seçenek ise daha az uygundur. Örneğin dükkan kiralari kriteri için 10 puan kiranin çok uygun olduğunu, 1 puan kiranin uygun olmadığını göstermektedir.

1) Öncelikle rekabet şartlarına önem verip ardından diğer ölçütleri değerlendirmeye dâhil eden Yakup

Bey'in hangi yer seçeneği tercih etmesi en uygun olur?

A) Ada Mahallesi

B) İtfaiye Caddesi

C) Zeytinlik Yolu

D) Korucuk-Fakülte Yolu

E) Okulaltı Sokak

F) Gelincik Mahallesi Yolu

2) Verecekleri karar için **dükkân kiralari ve yakınında okul bulunma ölçütlerinin diğer kriterlerden daha önemli olduğunu** düşünen Serkan'ın, babasına hangi yer seçeneğini önermesi en uygun olur?

- | | |
|--------------------|----------------------------|
| A) Ada Mahallesi | D) Korucuk-Fakülte Yolu |
| B) İtfaiye Caddesi | E) Okulaltı Sokak |
| C) Zeytinlik Yolu | F) Gelincik Mahallesi Yolu |

3) Ölçütlerle ilgili gerçekleştirilen puanlamada 1-4 arası puanlar başarısız, 5-7 arası puanlar kabul edilebilir ve 8-10 arası puanlar çok başarılı olarak değerlendirildiğinde, tüm kriterleri göz önünde bulunduran Yakup Bey ve Serkan'ın kırtasiye için hangi yer seçeneğini tercih etmesi en uygun olur?

- | | |
|--------------------|----------------------------|
| A) Ada Mahallesi | D) Korucuk-Fakülte Yolu |
| B) İtfaiye Caddesi | E) Okulaltı Sokak |
| C) Zeytinlik Yolu | F) Gelincik Mahallesi Yolu |

Şekil 1. Sercell Operatörüne Ait Tarifeler



1. Tarife
Paket aşımı halinde faturaya yansıtılacak ücretlendirme;
Konuşma: 0,5 TL / dakika
Kısa mesaj: 0,5 TL / adet
İnternet: 0,5 TL / 10 Mb



2. Tarife
Paket aşımı halinde faturaya yansıtılacak ücretlendirme;
Konuşma: 0,5 TL / dakika
Kısa mesaj: 0,5 TL / adet
İnternet: 0,5 TL / 10 Mb

Şekil 2. Hatcell Operatörüne Ait Tarifeler



1. TARİFE
Paket aşımı halinde faturaya yansıtılacak ücretlendirme;
Konuşma: 0,5 TL / dakika
Kısa mesaj: 0,5 TL / adet
İnternet: 0,5 TL / 10 Mb



2. TARİFE
Paket aşımı halinde faturaya yansıtılacak ücretlendirme;
Konuşma: 0,5 TL / dakika
Kısa mesaj: 0,5 TL / adet
İnternet: 0,5 TL / 10 Mb

Şekil 3. Fatcell Operatörüne Ait Tarifeler



1. TARİFE
Paket aşımı halinde faturaya yansıtılacak ücretlendirme;
Konuşma: 0,5 TL / dakika
Kısa mesaj: 0,5 TL / adet
İnternet: 0,5 TL / 10 Mb



2. TARİFE
Paket aşımı halinde faturaya yansıtılacak ücretlendirme;
Konuşma: 0,5 TL / dakika
Kısa mesaj: 0,5 TL / adet
İnternet: 0,5 TL / 10 Mb

- 4) Yukarıda çeşitli GSM operatörlerine ait bazı tarife kampanyaları görülmektedir. Buna göre, kullandığı cep telefonu hattına ait 20 Ocak - 20 Şubat dönemi faturası aşağıda görülen Ahmet Bey'in belirtilen tarifeler içerisinde hangisini seçmesi en uygundur?

Şekil 4. Ahmet Bey'e Ait Cep Telefonu Faturası

Fatura Dönemi : 20.01.2013 - 20.02.2013 TELEFON NO : 5XX XXX XX XX	Sn. Ahmet KUL SON ÖDEME TARİHİ : 23.02.2013 ÖDENECEK TUTAR : 48.05 TL						
FATURA ÖZETİ							
KULLANIMLARINLA İLGİLİ ÜCRETLER <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Konuşma süresi:</td> <td>450 dk</td> </tr> <tr> <td>Kısa mesaj:</td> <td>121 adet</td> </tr> <tr> <td>İnternet kullanımı:</td> <td>455 mb</td> </tr> </table>	Konuşma süresi:	450 dk	Kısa mesaj:	121 adet	İnternet kullanımı:	455 mb	MESAJINIZ VAR! ☑ Fatura 20.01.2013 01:00:00'den itibaren geçerlidir. Ödemeyi 20.02.2013 00:00:00'den itibaren yapabilirsiniz.
Konuşma süresi:	450 dk						
Kısa mesaj:	121 adet						
İnternet kullanımı:	455 mb						

- A) Sercell Operatörüne ait 1. Tarife

C) Hatcell Operatörüne ait 1. Tarife

E) Fatcell Operatörüne ait 1. Tarife

B) Sercell Operatörüne ait 2. Tarife

D) Hatcell Operatörüne ait 2. Tarife

F) Fatcell Operatörüne ait 2. Tarife

- 5) Ahmet Bey kararını, kullandığı cep telefonuna ait aşağıda belirtilen 3 farklı fatura inceleyerek verdiği takdirde hangi tarifeyi seçmesi en uygun olur?

Fatura Dönemi : 20.01.2013 - 20.02.2013	Sn. Ahmet KUL
TELEFON NO : 5XX XXX XX XX	SON ÖDEME TARİHİ : 23.02.2013
	ÖDENECEK TUTAR : 48.05 TL
FATURA ÖZETİ	
KULLANIMLARINIZLA İLGİLİ ÜCRETLER	MESAJINIZ VAR!
Konuşma süresi: 450 dk	Faturalarınız ödediğiniz için teyakkür ederiz. Ödenmemiş borcunuz bulunmamaktadır.
Kısa mesaj: 121 adet	
İnternet kullanımı: 453 mb	
Fatura Dönemi : 21.02.2013 - 20.03.2013	
TELEFON NO : 5XX XXX XX XX	SON ÖDEME TARİHİ : 23.03.2013
	ÖDENECEK TUTAR : 58.45 TL
FATURA ÖZETİ	
KULLANIMLARINIZLA İLGİLİ ÜCRETLER	MESAJINIZ VAR!
Konuşma süresi: 602 dk	Faturalarınız ödediğiniz için teyakkür ederiz. Ödenmemiş borcunuz bulunmamaktadır.
Kısa mesaj: 319 sms	
İnternet kullanımı: 507 mb	
Fatura Dönemi : 20.01.2013 - 20.02.2013	
TELEFON NO : 5XX XXX XX XX	SON ÖDEME TARİHİ : 23.02.2013
	ÖDENECEK TUTAR : 48.05 TL
FATURA ÖZETİ	
KULLANIMLARINIZLA İLGİLİ ÜCRETLER	MESAJINIZ VAR!
Konuşma süresi: 450 dk	Faturalarınız ödediğiniz için teyakkür ederiz. Ödenmemiş borcunuz bulunmamaktadır.
Kısa mesaj: 121 adet	
İnternet kullanımı: 453 mb	

- A) Sercell Operatörüne ait 1. Tarife
B) Sercell Operatörüne ait 2. Tarife
C) Hatcell Operatörüne ait 1. Tarife
D) Hatcell Operatörüne ait 2. Tarife
E) Fatcell Operatörüne ait 1. Tarife
F) Fatcell Operatörüne ait 2. Tarife

6. Soruyu çözmek için aşağıda yer alan bilgilere ihtiyaç duyulacaktır.

Hakan, katılacağı bir toplantı için şehir dışına çıkacaktır. Konaklamak için uygun bir otel arayan Hakan, yaptığı araştırma sonucunda gideceği şehirde bulunan otellere ait aşağıdaki tanıtım afişlerine ulaşmıştır.

		
SAHİL OTEL	KALE OTEL	MERKEZ OTEL
Odalarımızda; <i>TV, Telefon, Banyo, Klima, Tuvalet, Wi-Fi (Kablosuz internet), Saç Kurutma Makinesi</i> bulunmaktadır.	Odalarımızda; <i>TV, Telefon, Banyo, Klima, Tuvalet, Aşçap zemin</i> bulunmaktadır. Ayrıca müşterilerimiz otelimize ait <i>Havuz</i> 'dan yararlanabilirler.	Odalarımızda; <i>TV, Telefon, Banyo, Klima, Tuvalet, Wi-Fi (Kablosuz internet), Saç Kurutma Makinesi</i> bulunmaktadır. Ayrıca müşterilerimiz <i>Kuru Temizleme</i> hizmetinden de yararlanabilirler.
Odalarımızın kişi başı gecelik ücreti 108 TL dir (Sabah kahvaltısı ücrete dahildir).	Odalarımızın kişi başı gecelik ücreti sadece 80 TL dir.	Odalarımızın kişi başı gecelik ücreti 130 TL dir (Sabah kahvaltısı ücrete dahildir).

		
ŞİRİN OTEL	BÜYÜK OTEL	CAN OTEL
Odalarımızda; <i>TV, Telefon, Banyo, Klima, Tuvalet, Wi-Fi (Kablosuz internet)</i> bulunmaktadır.	Odalarımızda; <i>Banyo, Tuvalet, TV, Telefon</i> bulunmaktadır.	Odalarımızda; <i>TV, Telefon, Banyo, Klima, Tuvalet, Wi-Fi (Kablosuz internet)</i> bulunmaktadır.
Odalarımızın kişi başı gecelik ücreti 110 TL dir (Sabah kahvaltısı ücrete dahildir).	Odalarımızın kişi başı gecelik ücreti 75 TL dir (Sabah kahvaltısı ücrete dahildir).	Odalarımızın kişi başı gecelik ücreti 115 TL dir.



- 6) Hakan, katılacağı toplantı öncesinde internet üzerinden son bir araştırma yapması gerekebileceğini düşündüğü için konaklayacağı otelde internet bağlantısının olmasını çok önemsemektedir. Bununla birlikte konaklama için Hakan'ın ayırdığı bütçe gecelik en fazla 120 TL dir. Otelin toplantı salonuna yakın olması da Hakan'ın kriterleri arasında yer almaktadır. Buna göre Hakan'ın belirtilen otellerden hangisinde konaklaması en uygundur?

- A) Sahil Otel
- B) Kale Otel
- C) Merkez Otel
- D) Şirin Otel
- E) Büyük Otel
- F) Can Otel

7. ve 8. Soruyu çözmek için aşağıda yer alan açıklamaya ve tablodaki bilgilere ihtiyaç duyulacaktır.

Sena, küçük bir elektronik gereçler mağazası işletmektedir. Mağazasında “Mp3 Player” satmayı düşünen Sena çeşitli teknik özellikleri inceledikten sonra A marka “mp3 player” satmaya karar vermiştir. Sena, yaptığı araştırma sonucu bu ürünü temin edebileceği farklı toptancı firmalara ait aşağıdaki verileri elde etmiştir.

	Maliyet		Kalite		Teslimat		
	Ürün fiyatı	Taşıma maliyeti	Hatasız ürün miktarı	Kalite sorununa çözüm	Zamanında teslimat	Doğru miktarda teslim	Ambalajlı teslim durumu
Güven Toptancı	13 TL	0.5 TL	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★★
Altın Toptancı	15 TL	0.5 TL	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★★
Yeşil Toptancı	15 TL	1 TL	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★★
Deniz Toptancı	14 TL	1.5 TL	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★★
Saygı Toptancı	16 TL	0.5 TL	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★★
Değer Toptancı	13 TL	0,5 TL	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★★

Tabloda yer alan yıldız gösterimi toptancının belirtilen kriter açısından durumunu göstermektedir. Sembollerin ne anlama geldikleri yandaki tabloda belirtilmiştir.

★★★★★	Çok iyi
★★★★	İyi
★★★	Orta
★★	Kötü
★	Çok kötü

- 7) Sena toptancısından temin ettiği ürünlerinin kalite bakımından hatasız olmasını çok önemsemektedir bununla birlikte diğer kriterler de göz önünde bulundurulduğunda, Sena'nın hangi toptancıyı seçmesi en uygundur?

- A) Güven Toptancı
C) Yeşil Toptancı
E) Saygı Toptancı
B) Altın Toptancı
D) Deniz Toptancı
F) Değer Toptancı

8) Sena gibi elektronik cihazlar satan Aslı'da tabloda özellikleri belirtilen toptancılar arasından birini tercih edecektir. Aslı, Sena'dan farklı olarak bir kritere öncelik vermemekte toplam maliyet ve kalite – teslimat kriterlerini bir bütün olarak değerlendirmektedir. **Bu durumda Aslı'nın hangi toptancıyı seçmesi en uygundur?**

- A) Güven Toptancı B) Altın Toptancı
C) Yeşil Toptancı D) Deniz Toptancı
E) Saygı Toptancı F) Değer Toptancı

9. Soruyu çözmek için aşağıda yer alan bilgilere ihtiyaç duyulmaktadır.

ÖSYM
LYS Sonuçları (YGS Puanları Dahil)

T.C. KİMLİK NUMARASI									
ADİ VE SOYADI					Fevzi ÖZTÜRK				

LYS TESTLERİNDEKİ DOĞRU VE YANLIŞ SAYILARI									
MATEMATİK		GEOMETRİ		FİZİK		KİMYA		BİYOLOJİ	
Doğru	Yanlış	Doğru	Yanlış	Doğru	Yanlış	Doğru	Yanlış	Doğru	Yanlış
37	66	22	56	19	59	27	53	22	57
TÜRK DİLİ VE EDEBİYATI		COĞRAFYA-1		TARİH		COĞRAFYA-2		FELSEFE	
Doğru	Yanlış	Doğru	Yanlış	Doğru	Yanlış	Doğru	Yanlış	Doğru	Yanlış
00	00	00	00	00	00	00	00	00	00

OKUL VE ORTAĞRETİM BAŞARI PUANI BİLGİLERİ							
DİPLOMA NOTU/PUANI	ORTAĞRETİM BAŞARI PUANI	AOBP SÖZ	AOBP SAT	AOBP EA	OKUL KODU	OKUL TÜRÜ KODU	ALAN KODU
077,92	276,726	403,716	410,734	423,600	331219	11033	1392

YERLEŞTİRME PUANLARI VE BAŞARI SİRALARI						
PUAN TÜRÜ	ALANINDA		ALAN DIŞI		EK PUANLI	
	PUANI	BAŞARI SIRASI	PUANI	BAŞARI SIRASI	PUANI	BAŞARI SIRASI
Y-YGS-1	491,960	0024820	479,637	0024048	---	---
Y-YGS-2	490,916	0023202	478,593	0022484	---	---
Y-YGS-3	---	---	453,960	0035209	---	---
Y-YGS-4	460,155	0031611	447,594	0034062	---	---
Y-YGS-5	478,247	0030378	465,539	0032755	---	---
Y-YGS-6	489,687	0025693	476,979	0027845	---	---
Y-MF-1	455,350	0040239	443,027	0039835	---	---
Y-MF-2	458,697	0036690	446,374	0036326	---	---
Y-MF-3	458,099	0035625	445,776	0035212	---	---
Y-MF-4	455,458	0038821	443,135	0038487	---	---
Y-TM-1	378,578	0112871	365,870	0114257	---	---
Y-TM-2	361,967	0142593	349,259	0145998	---	---
Y-TM-3	345,333	0197151	332,625	0207380	---	---



310

Tercihlerini yaparken ilgili puanından en çok 20 puan fazla ve 20 puan eksik olan tercihler yapmanı öneriyorum. Ayrıca sıralama yaparken puanları büyükten küçüğe sıralamalısın.

Yukarıda Fevzi ÖZTÜRK isimli öğrenciye ait 2012 yılı Lisans Yerleştirme Sınavı (LYS) sonuç belgesi ve hangi tür mesleklere ilgisi olduğunu gösteren mesleki eğilim belirleme testi sonuçları verilmiştir.

Aşağıda yer alan tabloda ise bazı bölümlerin 2011 yılına ait taban puanları ve başarı sıralamaları ile hangi puan türünde tercih yapılabileceğine dair veriler yer almaktadır.

Üniversite	Bölüm	Puan Türü	2011 Yılına ait Taban Puan	2011 Yılına ait Başarı Sıralaması
A Üniversitesi	Elektrik Mühendisliği	MF-4	453.089	37.010
A Üniversitesi	Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği	MF-4	520.879	11.531
A Üniversitesi	Bilgisayar Mühendisliği	MF 4	489.51	19.700
B Üniversitesi	Tıp Fakültesi	MF 3	746	549.690
B Üniversitesi	Fen Bilgisi Öğretmenliği	MF 2	319.84	132.640
C Üniversitesi	Matematik	TM 1	365.57	141.345
C Üniversitesi	Fizik	MF 2	312.747	144.000
D Üniversitesi	Moleküler Biyoloji ve Genetik	MF 3	450.09	37.980
E Üniversitesi	İnşaat Mühendisliği	MF 4	450.06	37.900
E Üniversitesi	Endüstri Müh.	MF 4	460.05	35.790

9) Üniversite tercihlerini yapacak olan Fevzi'nin ilk 3 tercihini yukarıdaki tablodan belirleyip sıralaması gerekmektedir. **Buna göre Lisans Yerleştirme Sınavı (LYS), mesleki eğilim belirleme testi sonuçları ve Rehber Öğretmeninin uyarıları doğrultusunda Fevzi'nin nasıl bir sıralama yapması en uygun olur?**

A) B Üniversitesi-Tıp Fakültesi/ A Üniversitesi Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği / E Üniversitesi İnşaat Mühendisliği

B) A Üniversitesi-Bilgisayar Mühendisliği / C Üniversitesi-Matematik / B Üniversitesi-Fen Bilgisi Öğretmenliği

C) A Üniversitesi Elektrik Mühendisliği / D Üniversitesi -Moleküler Biyoloji ve Genetik / E Üniversitesi Endüstri Mühendisliği

D) E Üniversitesi-Endüstri Mühendisliği / A Üniversitesi Elektrik Mühendisliği / E Üniversitesi İnşaat Mühendisliği

E) C Üniversitesi Fizik / E Üniversitesi İnşaat Mühendisliği / E Üniversitesi- Endüstri Mühendisliği

F) C Üniversitesi-Matematik / A Üniversitesi-Bilgisayar Mühendisliği/ A Üniversitesi Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği

10. ve 11. Soruyu çözmek için aşağıda yer alan açıklamaya ve tablodaki bilgilere ihtiyaç duyulacaktır.

Aşağıdaki tabloda uzmanların aynı fiyat aralığındaki farklı model otomobillere yönelik çeşitli kriterler açısından değerlendirmeleri bulunmaktadır. Gerçekleştirilen bu değerlendirmede uzmanlar kriterlere 1 – 5 arası puanlar vermişlerdir. Bu puanlama sisteminde 1 puan otomobile belirtilen kriter açısından verilebilecek en düşük puanken, 5 puan ise kriter için otomobile verilebilecek en yüksek puandır.

	Konfor	Genişlik	Güvenlik	Bakım Maliyeti	Yakıt Maliyeti
1. Model	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●
2. Model	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●
3. Model	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●
4. Model	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●
5. Model	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●
6. Model	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●

●●●●●	5 Puan
●●●●●	4 Puan
●●●●●	3 Puan
●●●●●	2 Puan
●●●●●	1 Puan

10) Esra yukarıdaki tabloyu inceledikten sonra 4. Model otomobili almaya karar vermiştir. Buna göre Esra'nın seçimi ile ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi söylenebilir?

- A) Öncelikli kriteri genişliktir.
- B) Öncelikli kriteri güvenliktir.
- C) Öncelikli kriteri bakım maliyetidir.
- D) Öncelikli kriteri yakıt maliyetidir.
- E) Bakım maliyetini genişlikten daha fazla önemsemektedir.
- F) Güvenliği konfordan daha fazla önemsemektedir.

11) Otomobil almak isteyen Nurhan Hanım ilk olarak güvenlik ve konfor kriterlerine eşit oranda önem vermektedir. Diğer kriterleri bu iki kriter sonrasında değerlendirmeye dahil eden Nurhan Hanım'ın hangi otomobili seçmesi en uygundur?

- A) 1. Model
- B) 2. Model
- C) 3. Model
- D) 4. Model
- E) 5. Model
- F) 6. Model

EK 9. Bilimsel Yaratıcılık Deney Grubu Ön test-Son test Puanları

Bilimsel Yaratıcılık Deney Grubu Son test Puanları									Bilimsel Yaratıcılık Deney Grubu Son test Puanları							
KİŞİLER	1.S	2.S	3.S	4.S	5.S	6.S	7.S	Top	1.S	2.S	3.S	4.S	5.S	6.S	7.S	Top
B1	12	4	3	23	17	4	12	75	15	26	15	24	25	10	20	135
B2	3	2	4	19	16	2	16	62	14	14	10	29	26	8	19	120
B3	1	3	3	4	3	1	5	20	5	1	8	9	24	5	13	65
B4	2	2	3	2	3	4	5	21	7	13	3	8	9	4	12	56
B5	1	4	1	8	8	4	8	34	12	14	9	8	20	9	13	85
B6	4	2	6	6	6	1	11	36	8	7	5	6	15	6	15	62
B7	4	4	2	9	0	0	12	31	4	19	10	5	18	4	10	70
B8	5	0	5	3	8	15	9	45	4	21	8	16	34	8	16	107
B9	0	2	3	16	6	4	12	43	9	15	10	7	10	10	18	79
B10	4	3	7	15	6	1	18	54	11	20	6	14	12	3	15	81
B11	0	3	2	9	13	3	12	42	7	16	12	13	24	1	12	85
B12	5	2	6	10	3	4	12	42	10	9	2	9	8	4	18	60
B13	0	0	0	6	6	2	0	14	5	9	6	13	23	2	12	70
B14	4	0	7	4	6	3	8	32	7	13	6	16	15	4	12	73
B15	3	2	9	8	0	2	9	33	4	8	5	6	14	3	19	59
B16	1	3	0	4	0	2	0	10	8	7	9	7	25	1	20	77
B17	1	1	4	5	6	0	4	21	7	10	10	4	6	4	18	59
B18	3	2	4	14	0	7	8	38	8	11	10	7	6	6	15	63
B19	1	2	1	4	13	2	4	27	4	7	10	6	12	4	13	56
B20	1	3	0	3	3	4	0	14	7	8	7	8	6	4	19	59
B21	9	3	2	3	10	2	8	37	9	20	9	22	16	1	15	92
B22	1	2	1	7	10	2	0	23	6	7	2	4	12	4	12	47
B23	5	3	3	2	8	3	12	36	11	8	6	7	14	6	12	64
B24	1	5	0	9	6	2	4	27	12	25	5	10	26	12	20	110
B25	1	2	1	4	3	0	12	23	16	11	10	11	16	3	15	82
B26	1	3	8	7	3	2	19	43	19	28	20	11	6	12	26	122
B27	3	2	2	8	6	7	9	37	17	18	13	13	31	6	23	121

EK 10. Bilimsel Yaratıcılık Kontrol Grubu Ön test-Son test Puanları

Bilimsel Yaratıcılık Kontrol Grubu Ön test Puanları								Bilimsel Yaratıcılık Kontrol Grubu Ön test Puanları								
KİŞİLER	1.S	2.S	3.S	4.S	5.S	6.S	7.S	Top	1.S	2.S	3.S	4.S	5.S	6.S	7.S	Top
A1	4	3	4	5	6	1	12	35	4	3	5	5	14	4	19	54
A2	4	3	0	4	13	1	18	43	7	4	3	4	5	2	12	37
A3	4	3	2	4	15	1	8	37	7	5	1	13	13	2	8	49
A4	1	1	2	4	6	1	8	23	6	4	4	12	24	6	4	60
A5	6	0	4	6	9	1	8	34	2	5	1	4	13	3	16	44
A6	1	3	3	5	6	3	9	30	1	1	3	6	13	2	12	38
A7	4	3	9	6	6	1	12	41	4	4	6	13	10	12	8	57
A8	1	3	2	2	9	4	8	29	3	5	6	5	6	5	5	35
A9	5	1	5	11	17	4	8	51	5	6	9	6	21	4	18	69
A10	1	3	6	6	17	3	8	44	1	3	2	1	5	2	4	18
A11	1	3	3	4	6	2	8	27	5	1	4	2	8	3	11	34
A12	2	3	3	10	3	6	12	39	2	2	3	4	8	2	4	25
A13	1	3	10	2	7	2	14	39	1	1	2	3	17	2	8	34
A14	3	1	0	3	10	2	0	19	4	3	3	7	6	3	11	37
A15	2	2	9	7	10	4	4	38	3	3	3	3	3	4	8	27
A16	1	1	6	8	8	1	12	37	2	1	4	1	8	1	21	38
A17	1	1	4	7	13	1	9	36	10	8	6	3	16	2	8	53
A18	5	3	4	6	10	7	15	50	15	10	2	13	12	4	9	65
A19	1	3	5	3	16	2	3	33	7	4	1	5	10	3	4	34
A20	1	3	2	7	3	4	9	29	7	8	9	9	23	9	8	73
A21	1	1	3	7	3	2	8	25	4	5	1	1	6	1	9	27
A22	1	1	4	2	6	2	12	28	3	7	1	7	8	4	10	40
A23	1	3	9	7	8	1	12	41	3	3	1	9	9	1	12	38
A24	7	3	5	10	11	3	12	51	1	4	7	3	10	1	11	37
A25	3	3	3	12	8	3	16	48	5	14	2	15	18	0	15	69
A26	9	1	3	16	16	4	8	57	6	5	1	5	14	4	5	40
A27	5	3	3	9	6	4	12	42	3	5	4	14	26	4	15	71
A28	2	1	7	8	12	1	11	42	14	3	8	6	16	6	19	72
A29	5	2	3	11	29	1	18	69	4	8	7	6	6	5	12	48
A30	1	3	3	5	12	1	5	30	5	5	3	7	9	4	8	41
A31	1	3	6	6	11	1	0	28	4	4	5	6	11	1	5	36
A32	1	3	8	9	9	1	12	43	2	1	1	6	6	3	16	35
A33	6	3	0	11	11	1	14	46	4	11	2	6	10	6	16	55

EK 11. Mühendislik Tasarım Süreç Formu (Bireysel ve Grupla)

Bireysel Çözüm Önerisi

PROBLEM-İHTİYAÇ

-
-
-

1. Problemin-İhtiyacın Tanımlanması-Belirlenmesi

2.Kriter ve sınırlılıkların belirlenmesi

Kriterler	Sınırlılıklar

3.Problemin çözümü için bir araştırma yapınız..

(Neyi araştırdınız?

(Nasıl araştırdınız, uzman, internet, kitap)

-
-
-
-
-

4.Olası çözüm önerisi

Grupça Çözüm Önerisi

Çözüm Önerileri	1.Kriter	2.Kriter	3.Kriter	4.Kriter

Çözüm Önerileri	1.Sınırlılık	2.Sınırlılık	3.Sınırlılık	4.Sınırlılık

**Seçtiğiniz olası çözüm önerisinin bilimsel gerekçeleri nedir?
(Neden bunu tercih ettiniz, dayandığı bilimsel gerekçeler nedir?)**

Bu çözüm önerinizi geliştirmek için ne yapmalısınız?

Grupça özüm Önerisi

Tasarımınızın prototipini çizerek ayrıntılandırınız.

(Tasarımınızı ayrıntılarıyla çizerken, kullanacağınız malzeme, tasarımın boyutları, kısımları, işlevi vb. gibi konularda açıklamalarda bulununuz.)



EK.12. Mühendislik Tasarım Sürecini Değerlendirme Rubriği

Aşamalar	1 (Hedeflenen düzeyin altında)	2 (Hedeflenen düzeyde)	3 (Hedeflenen düzeyin üzerinde)
İhtiyacı ya da problemin belirlenmesi	İhtiyaç ya da problemi gerekli detay ve açıklık olmadan ifade eder. Kriter ve sınırlılıkların tanımlanmasında başarısızdır.	İhtiyaç ya da problemi açıkça ifade eder. Kriter ve sınırlılıkların çoğunu tanımlar.	İhtiyaç ya da problemi eksiksiz olarak ifade eder. Kriter ve sınırlılıklarının tamamını tanımlar.
İhtiyaç ya da problemin araştırılması	İhtiyaç ya da problem iyi araştırılmamış ve çözümlerin geliştirilmesinde yardımcı olamayacaktır.	İhtiyaç ya da problem yeterince araştırılmış ve çözümlerin geliştirilmesinde yardımcı olabilir.	İhtiyaç ya da problem ayrıntılarıyla araştırılmış ve çözümlerin geliştirilmesinde doğrudan yönlendirebilir.
Olası çözümler geliştirme	Akla yatkın olmayan fikirler ortaya koyar veya herhangi bir fikri yoktur. Tamamlanmamış çizimler üretir. Fikirler ve çizimler bir kavramı göstermemektedir.	Akla yatkın bir fikir ortaya koyar. Tasarım yapılan kavramları kısmen doğru olacak şekilde çizimlerle gösterebilmektedir.	Birden fazla akla yatkın çözüm ortaya koyar. Tasarım yapılan kavramları kısmen doğru bir şekilde çizimlerle gösterebilmektedir.
En iyi çözüm(leri) seçme	Olası çözümlerin güçlü ve zayıf yönlerini yeterince analiz edemez. İhtiyaç ya da problemin kriter ve sınırlılıklarına dayalı bir çözüm seçemez.	Olası çözümlerin güçlü ve zayıf yönlerini kısmen analiz eder. İhtiyaç ya da problemin kriter ve sınırlılıklarını kısmen değerlendirerek bir çözüm seçer.	Olası çözümlerin güçlü ve zayıf yönlerini ayrıntılarıyla analiz eder. İhtiyaç ya da problemin kriter ve sınırlılıklarını tüm yönleri ile değerlendirerek parlak bir çözüm seçer.
Prototipi yapılandırma	Prototip, görevin kriterlerini sınırlı ölçüde karşılar.	Prototip, görevin kriterlerini karşılar.	Prototip, görevin kriterlerini net ve detaylı bir şekilde karşılar.
Çözüm(leri)	Veriler doğru bir	Veriler doğru olarak	Veriler doğru olarak

test etme ve değerlendirme	şekilde kaydedilmemiş ya da prototipin performansını yansıtmamaktadır.	kaydedilmiş ve prototipin performansını yansıtmaktadır.	ve kaydedilmiş ve prototipin performansını yansıtmaktadır. Veriler yeniden tasarlama sürecinde açık bir biçimde yol göstericidir.
Çözüm(leri) sunma	Test sonuçları doğru bir şekilde raporlaştırılmamış ve nasıl gelişim göstereceği paylaşılmamıştır.	Ya test sonuçları doğru bir şekilde raporlaştırılmamış ya da nasıl gelişim göstereceği paylaşılmamıştır.	Test sonuçları doğru bir şekilde raporlaştırılmış ve nasıl gelişim göstereceği paylaşılmıştır.
Yeniden tasarlama	Tasarımı geliştirme, prototipin test ve değerlendirme sonuçlarına dayanmamaktadır.	Tasarımı geliştirme, prototipin test ve değerlendirme sonuçlarına dayanmaktadır.	Tasarımda, prototipin test ve değerlendirme sonuçlarına göre önemli iyileştirmeler yapılmıştır.

EK 13. Odak Grup Görüşme Soruları

Odak Grup Görüşmeleri

Karar verme süreci ile ilgili olanlar;

- 1) Problemlere uygun çözüm önerilerine karar verirken hangi yolları izlediniz? (Bireysel ve Grupça)
- 2) Çözüm önerisi üretme aşamasında başvurduğunuz kaynaklar nelerdir?
- 3) En iyi çözüm önerisine karar verirken nelere dikkat ettiniz, bu süreçte grup etkileşimini nasıl değerlendirirsiniz?
- 4) MTTFÖ sürecinde problemlere uygun çözüm önerisi üretmek ve bunların içinden en iyisini seçmek hususunda karşılaştığınız sorunlar nelerdir?
- 5) MTTFÖ sürecinin sizin karar verme sürecinizi etkileyeceğini/etkilemekte olduğunu/etkilediğini düşünüyor musunuz?
- 6) MTTFÖ süreci ile karar verme süreci arasında bir ilişki var mıdır?
- 7) Bu süreçte karar verme becerisine katkı sağlayacağını düşündüğünüz önerileriniz var mı?

Bilimsel yaratıcılık süreci ile ilgili olanlar;

- 8) Problemlere uygun alternatif çözüm üretirken başvurduğunuz kaynaklar, izlediğiniz yollar nelerdir?
- 9) Bilimsel yaratıcı düşünme hakkında ne biliyorsunuz, bunun yaratıcılıktan farkı var mıdır?
- 10) MTTFÖ süreci ile bilimsel yaratıcılık süreci arasında bir ilişki var mıdır?
- 11) MTTFÖ sürecinin bilimsel yaratıcı düşünme becerinizi etkileyeceğini/etkilemekte olduğunu/etkileyeceğini düşünüyor musunuz?

12) Bu süreçte bilimsel yaratıcı düşünmenize katkı sağlayacağını düşündüğünüz önerileriniz var mı?

Süreç ile ilgili daha genel nitelikte olanlar;

13) Karar verme becerisi ile bilimsel yaratıcı düşünme arasında bir ilişki/etkileşim var mıdır?

14) MTTFÖ sürecinin sizin üzerinizdeki etkileri nelerdir?

15) MTTFÖ süreci ve STEM disiplinleri arasında bir ilişki bulunmakta mıdır? Nasıl bir ilişki bulunmaktadır?

EK 14. Kontrol Grubu 5E Öğrenme Modeline Göre Ders Planı

Tasarım No: 3
Sınıf: 4.sınıf
Ders: Fen Bilimleri
Ünite Adı/Konu Alanı: Kuvvetin Etkileri/Fiziksel Olaylar
Kavramlar: Kuvvetin hızlandırıcı etkisi, kuvvetin yavaşlatıcı etkisi, kuvvetin yön değiştirici etkisi, Kuvvetin şekil değiştirici etkisi.

1. Kuvvetin Etkileri Ünitesinde Kuvvetin Cisimler Üzerindeki Etkisi İle İlgili Kazanımların Yer Aldığı Ders Planı

Hedef/Kazanım: 4. 3. Kuvvetin Cisimler Üzerindeki Etkileri

4.3.1.Kuvvetin, cisimlere hareket kazandırmasına ve cisimlerin şekillerini değiştirmesine yönelik deneyler yapar.

Bu ders sürecinde Kuvvetin Etkileri ile ilgili kazanımlar 5E öğrenme modeline göre, Mıknatısların Uyguladığı Kuvvet ile ilgili kazanımlar ise; 5E öğrenme modelinden giriş/dikkat çekme, keşfetme ve açıklama kısmı normal şekilde yürütülmüş olup, derinleştirme ve değerlendirme basamaklarında her ünite ile ilgili günlük hayat probleminin çözümü için mühendislik tasarım süreci uygulanmıştır.

1. Derse Giriş/Dikkat çekme

Araştırmacı tarafından öğretmen adaylarının ön bilgilerini harekete geçirmek için canlıların ortak özelliği nelerdir? diye sorulur. Öğretmen adayları canlıların ortak özelliklerinden olan “hareket etme özelliğini” söylediklerinde, canlıların nasıl hareket ettiği sorularak, bitkilerin de hareket edip etmedikleri sorulur? Böylece kavram yanlışları varsa açığa çıkarılmaya çalışılır. Öğretmen adaylarının dikkatini çekmek için aşağıdaki görseller gösterilir.



Şekil 1. Hareket Çeşitleri (MEB, 2017)

Görsellerdeki hareket çeşitleri sorularak, öğretmen adaylarının ön bilgileri ve kavram yanlışlarını açığa çıkarılmaya çalışılır.

Daha sonra öğretmen adaylarına cansızların nasıl hareket ettiği sorularak onların “kuvvet” kavramını hatırlamaları sağlanır. Ardından aşağıda yer alan içerisinde kuvvetin çeşitli etkilerinin olduğu görseller gösterilerek bu konudaki ön bilgilerinin ve kavram yanlışlarının açığa çıkarılması sağlanır.



Şekil 2. Kuvvetin Etkileri (MEB,2017)

2. Keşfetme

Dersin keşfetme basamağında, cisimlerin kuvvet etkisi ile değişen şekilleri ve cisimlerin değişen bu şekillerinin eski haline dönüp- dönmedikleri ile kuvvetin cisimlere hareket kazandırması gibi konularda bazı etkinlikler tasarlanır:

- 1)“Oyun hamurlarıyla çeşitli şekiller yapılması ve yapılan şekillerin değiştirilmesi.”
- 2) “Oyuncak arabaların karşıdaki birine gönderilmesi ve karşıdaki kişiden ilk kişiye ondan bize yönlendirilen arabanın durdurulması.”
- 3) “Kullanılmayacak durumda olan eski kalemelerin, silgilerin kırılması.”
- 4) “Kağıdın yırtılması.”
- 5) “Lastik saç tokasının saça takılması.”
- 6) “Diş macununun sıkılması.”
- 7) “Kalemin kalemtıraşla açılması.”
- 8) “Birbirlerine doğru koşulması.”
- 9) “Topun karşılıklı atılması.”
- 10) “Bulaşık süngerinin sıkılması.” gibi etkinlikler yapılır.

3.Açıklama

5E öğrenme modelinin açıklama basamağında öğretmen adaylarının kuvvetin tanımı yapması, kuvvetin cisimlere hareket kazandırmasında ve cisimlerin şekillerinin değiştirilmesi üzerinde etkili olduğunun anlaşılması için önceki etkinlikte gözlemlediklerini aşağıdaki tabloya yerleştirmeleri istenir.

Tablo 1.

Kuvvetin Etkileri

Nasıl bir Kuvveti Uygulandı	Kuvvetin Etkisi	Kuvvet Etkisi Ortadan Kalktığında Cisimlerin Şekilleri
1		
2		
3		

Öğretmen adaylarının Tabloyu yorumları sağlanarak eski öğrenmelerle birlikte bu konuda öğrenilenlerin açığa çıkması sağlanır.

Bir kuvvet uygulandığında şekli eski haline dönen maddelere esnek (lastik), dönmeyenlere kırılğan (kalem), bazı maddelerin yüzeylerinin sert (tahta), bazılarının yumuşak (pamuk), bazı maddelerin yüzeylerinin pürüzlü (taş) bazılarının pürüzsüz (düz yüzeyli bir masa) gibi özellikleri olduğu açıklanır.

4. Derinleştirme

Maddelerin farklı özelliklerinden yararlanarak onları günlük hayatımızda daha rahat kullanabilmek için işimize yarayanlar hakkında tartışılır. Öğretmen adaylarının günlük hayattan örnek verebilecekleri maddeler için beyin fırtınası yapılarak bu maddelere uygulanan kuvvet sonrasında şekillerinde meydana gelen değişiklikler hakkında yorum yapmaları sağlanır.

5. Değerlendirme

Bu kazanımlarla ilgili interaktif bir uygulama olan “Kahoot” uygulamasıyla bütün öğretmen adayları kendi cep telefonlarından internete girerek orada hazırlanan çoktan seçmeli, kelime tamamlama veya doğru yanlış sorularını eş zamanlı olarak çözmüşlerdir.

2. Kuvvetin Etkileri Ünitesinde Mıknatısların Uyguladığı Kuvvet İle İlgili Kazanımların Yer Aldığı Ders Planı

F.4.3.2. Mıknatısların Uyguladığı Kuvvet

4.3.2.1. Mıknatısı tanır ve kutupları olduğunu keşfeder.

4.3.2.2. Mıknatısın etki ettiği maddeleri deney yaparak keşfeder.

4.3.2.3. Mıknatısların günlük yaşamdaki kullanım alanlarına örnekler verir.

4.3.2.4. Mıknatısların yeni kullanım alanlarına örnekler verir.

1. Derse Giriş/Dikkat Çekme

Araştırmacı tarafından öğretmen adaylarına bir önceki derste öğrenilen “kuvvet” kavramı hatırlatılarak acaba temas ettirmeden kuvvet uygulanır mı, diye bir soru yöneltilerek bu derse hazırlık yapılır. Ardından bir hikâyeyle öğrencilerin dikkati çekilerek, mıknatıs hakkındaki ön bilgileri açığa çıkartılır:

“İki kardeş okuldan eve döndüklerinde oyun oynamaya karar vermişlerdir. Küçük kardeş babasının alet kutusuyla oynarken kutu elinden kayar ve içindekiler etrafa yayılır. Alet kutusunun içinde, bazı alet malzemeleri ile çivilerin ve küçük iğnelerin olduğunu gören çocuk ablasından bu çivi ve iğneleri eksiksiz toplaması için yardım ister. Ablasının kardeşine yapacağı hangi öneri ile iki kardeş kendilerine zarar vermeden çivileri ve iğneleri toplayabilirler?”

Öğretmen adaylarına daha sonra, mıknatıslar kırıldığında ya da ufalandığında özelliklerini kaybeder mi? sorusu yöneltilerek buna cevap vermeleri istenir

2. Keşfetme

Dersin keşfetme basamağında öğretmen adaylarına çeşitli malzemeler dağıtılarak (iğne, makas, altın, gümüş küpe, çivi, tornavida, kağıt, alüminyum folyo, tahta kaşık, cam) iki kutbu renklendirilmiş olan mıknatıslar verilerek bu cisimleri çekmeleri istenir. Bu işlemi yapmadan önce ne olacağını tahmin etmeleri aşağıdaki tabloya yazmaları istenir.

Tablo. 2

Tahmin Et, Açıkla, Gözle, Açıkla

Tahmin Et	Açıkla	Gözle	Açıkla
İğne			
Makas			
Altın			
Gümüş			
Küpe			
Çivi			
Tornavida			
Kâğıt			
Alüminyum			

Daha sonra, öğretmen adaylarına; çubuk, alt nalı ve halkalı mıknatıslar verilerek hepsini ayrı ayrı demir tozuna yaklaştırmaları istenir. Çubuk mıknatısta demir tozunun nerelerde biriktiği ve bunun nedeni sorulur. Mıknatısların iki ucunun neden farklı renklerde olduğu sorularak kutupları buldurmaya çalışılır. Ayrıca dışardan etrafına mıknatıs yapıştırıldığı gözükmeyen iki kibrit kutusu birbirine yaklaştırılarak neler olduğunun gözlenmesi sağlanır. Bununla temas etmeyen kuvvetler arasında bir ilişki kurmaları sağlanır.

3. Açıklama

Açıklama basamağında keşfetme basamağında yapılan etkinlikten de yararlanılarak aşağıdaki tabloyu dolduran öğretmen adayları yaptıkları etkinlik ve gözlemlerden yola

çıkarak, mıknatısın işlevlerini açıklamaya çalışırlar. Dersin sorumlusu öğretmen bu açıklamaları tamamlar.

Mıknatısların magnetik kutup özellikleri ile demir, nikel, kobalt gibi maddeleri çeken bir özellikte olduğu açıklanır.

Tablo 3.

Mıknatıslar ve Kullanım Alanları

Mıknatısın Kullanım Alanları	Mıknatısların Çektiği Maddeler ve Özellikleri

Bu açıklamaların ardından öğretmen adaylarının basit bir pusula yapmaları sağlanır (pipet, makas, dikiş iğnesi, mıknatıs, bir kap su ile)

4.Derinleştirme

Öğretmen adaylarının mıknatısları günlük hayatında nerelerde kullanıldığını dair geniş örnekler sunmaları sağlanır. Onlara günlük hayatta birçok alanda mıknatısların kullanıldığının açığa çıkarılmasını sağlayacak sorular yöneltilir: (Buzdolaplarının kapakları nasıl kapanır? Pusula nasıl hareket eder? Hızlı trenler nasıl hareket etmektedir? Fabrika bacalarında çıkan dumanların arasındaki metalleri çekmek için ne kullanılır?) Öğrenilenlerin pekiştirilmesi için, mıknatısı, şekillerini, kutuplarını ve günlük hayatımızdaki kullanımlarını özetleyen bir video izlettirilir.

<http://www.eba.gov.tr/video/izle/6058f9efb32d1e4f54232aad4b5cb94a0675ad7932001>
adresinden erişildi.

<http://www.eba.gov.tr/video/izle/1027f58c784c0a3c04933ac3ae8c09dbbf504e49a2001>
adresinden erişildi.

Mıknatısın günlük hayatta nerelerde kullanıldığını gösteren görseller üzerinde gösterilerek, örneklerin çeşitlendirilmesi sağlanır.



Şekil 3. Mıknatısın günlük hayattaki kullanımları (MEB, 2017).

5. Değerlendirme

Öğretmen adaylarının mıknatısların uyguladığı kuvvet ile ilgili etkinlik örnekleri geliştirmeleri istenerek, bu etkinlik örneklerini tüm sınıfa sunarak üzerinde tartışmaları sağlanır. Öğretmen adaylarına dersin sonunda mıknatısların özellikleri, kutupları, şekilleri, kullanım alanları ile ilgili açık uçlu, çoktan seçmeli, cümle tamamlama gibi sorular yöneltilerek var olan eksik ya da yanlış bilgileri açığa çıkartılır.

Kaynaklar:

- MEB. (2017). Milli Eğitim Bakanlığı *İlkokul 3. Sınıf fen bilimleri dersi ders kitabı* Ankara: MEB Yayınevi
- MEB. (2017). Milli Eğitim Bakanlığı *İlkokul 4. Sınıf fen bilimleri dersi ders kitabı* Ankara: MEB Yayınevi
- *Mıknatıslar, Eğitim Bilişim Ağı, Video*,
(<http://www.eba.gov.tr/video/izle/6058f9efb32d1e4f54232aad4b5cb94a0675ad7932001>)
adresinden erişildi.
- Mıknatısların Kullanım Alanları (Basit Elektrik Motoru), *Eğitim Bilişim Ağı, Video*, (<http://www.eba.gov.tr/video/izle/1027f58c784c0a3c04933ac3ae8c09dbbf504e49a2001>) 24.05.2019 tarihinde adresinden erişildi.

EK 15. Deney Grubu 5E Öğrenme Modeline Göre Ders Planı

Tasarım No: 3
Sınıf: 4.sınıf
Ders: Fen Bilimleri
Ünite Adı/Konu Alanı: Kuvvetin Etkileri/Fiziksel Olaylar
Kavramlar: Kuvvetin hızlandırıcı etkisi, kuvvetin yavaşlatıcı etkisi, kuvvetin yön değiştirici etkisi, Kuvvetin şekil değiştirici etkisi.

1. Kuvvetin Etkileri Ünitesinde Kuvvetin Cisimler Üzerindeki Etkisi İle İlgili Kazanımların Yer Aldığı Ders Planı

Hedef/Kazanım: 4. 3. Kuvvetin Cisimler Üzerindeki Etkileri

4.3.1.Kuvvetin, cisimlere hareket kazandırmasına ve cisimlerin şekillerini değiştirmesine yönelik deneyler yapar.

Bu ders sürecinde Kuvvetin Etkileri ile ilgili kazanımlar 5E öğrenme modeline göre, Mıknatısların Uyguladığı Kuvvet ile ilgili kazanımlar ise; 5E öğrenme modelinden giriş/dikkat çekme, keşfetme ve açıklama kısmı normal şekilde yürütülmüş olup, derinleştirme ve değerlendirme basamaklarında her ünite ile ilgili günlük hayat probleminin çözümü için mühendislik tasarım süreci uygulanmıştır.

1. Derse Giriş/Dikkat çekme

Araştırmacı tarafından öğretmen adaylarının ön bilgilerini harekete geçirmek için canlıların ortak özelliği nelerdir? Diye sorulur. Öğretmen adayları canlıların ortak özelliklerinden olan “hareket etme özelliğini” söylediklerinde, canlıların nasıl hareket ettiği sorularak, bitkilerin de hareket edip etmedikleri sorulur? Böylece kavram yanlışları varsa açığa çıkarılmaya çalışılır. Öğretmen adaylarının dikkatini çekmek için aşağıdaki görseller gösterilir.



Şekil 1. Hareket Çeşitleri (MEB, 2017)

Görsellerdeki hareket çeşitleri sorularak, öğretmen adaylarının ön bilgileri ve kavram yanılgılarını açığa çıkarılmaya çalışılır.

Daha sonra öğretmen adaylarına cansızların nasıl hareket ettiği sorularak onların “kuvvet” kavramını hatırlamaları sağlanır. Ardından aşağıda yer alan içerisinde kuvvetin çeşitli etkilerinin olduğu görseller gösterilerek bu konudaki ön bilgilerinin ve kavram yanılgılarının açığa çıkarılması sağlanır.



Şekil 2. Kuvvetin Etkileri (MEB,2017)

2. Keşfetme

Dersin keşfetme basamağında, cisimlerin kuvvet etkisi ile değişen şekilleri ve cisimlerin değişen bu şekillerinin eski haline dönüp- dönmedikleri ile kuvvetin cisimlere hareket kazandırması gibi konularda bazı etkinlikler tasarlanır:

- 1)“Oyun hamurlarıyla çeşitli şekiller yapılması ve yapılan şekillerin değiştirilmesi.”
- 2) “Oyuncak arabaların karşıdaki birine gönderilmesi ve karşıdaki kişiden ilk kişiye ondan bize yönlendirilen arabanın durdurulması.”
- 3) “Kullanılmayacak durumda olan eski kalemelerin, silgilerin kırılması.”
- 4) “Kağıdın yırtılması.”
- 5) “Lastik saç tokasının saça takılması.”
- 6) “Diş macununun sıkılması.”
- 7) “Kalemin kalemtıraşla açılması.”
- 8) “Birbirlerine doğru koşulması.”
- 9) “Topun karşılıklı atılması.”
- 10) “Bulaşık süngerinin sıkılması.” gibi etkinlikler yapılır.

3.Açıklama

5E öğrenme modelinin açıklama basamağında öğretmen adaylarının kuvvetin tanımı yapması, kuvvetin cisimlere hareket kazandırmasında ve cisimlerin şekillerinin değiştirilmesi üzerinde etkili olduğunun anlaşılması için önceki etkinlikte gözlemlediklerini aşağıdaki tabloya yerleştirmeleri istenir.

Tablo 1.

Kuvvetin Etkileri

Nasıl bir Kuvveti Uygulandı	Kuvvetin Etkisi	Kuvvet Etkisi Ortadan Kalktığında Cisimlerin Şekilleri
1		
2		
3		

Öğretmen adaylarının Tabloyu yorumları sağlanarak eski öğrenmelerle birlikte bu konuda öğrenilenlerin açığa çıkması sağlanır.

Bir kuvvet uygulandığında şekli eski haline dönen maddelere esnek (lastik), dönmeyenlere kırılğan (kalem), bazı maddelerin yüzeylerinin sert (tahta), bazılarının yumuşak (pamuk), bazı maddelerin yüzeylerinin pürüzlü (taş) bazılarının pürüzsüz (düz yüzeyli bir masa) gibi özellikleri olduğu açıklanır.

4. Derinleştirme

Maddelerin farklı özelliklerinden yararlanarak onları günlük hayatımızda daha rahat kullanabilmek için işimize yarayanlar hakkında tartışılır. Öğretmen adaylarının günlük hayattan örnek verebilecekleri maddeler için beyin fırtınası yapılarak bu maddelere uygulanan kuvvet sonrasında şekillerinde meydana gelen değişiklikler hakkında yorum yapmaları sağlanır.

5. Değerlendirme

Bu kazanımlarla ilgili interaktif bir uygulama olan “Kahoot” uygulamasıyla bütün öğretmen adayları kendi cep telefonlarından internete girerek orada hazırlanan çoktan seçmeli, kelime tamamlama veya doğru yanlış sorularını eş zamanlı olarak çözmüşlerdir.

2. Kuvvetin Etkileri Ünitesinde Mıknatısların Uyguladığı Kuvvet İle İlgili Kazanımların Yer Aldığı Ders Planı

Hedef/Kazanım: F.4.3.2. Mıknatısların Uyguladığı Kuvvet

4.3.2.1. Mıknatısı tanır ve kutupları olduğunu keşfeder.

4.3.2.2. Mıknatısın etki ettiği maddeleri deney yaparak keşfeder.

4.3.2.3. Mıknatısların günlük yaşamdaki kullanım alanlarına örnekler verir.

4.3.2.4. Mıknatısların yeni kullanım alanlarına örnekler verir.

1. Derse Giriş/Dikkat Çekme

Araştırmacı tarafından öğretmen adaylarına bir önceki derste öğrenilen “kuvvet” kavramı hatırlatılarak acaba temas ettirmeden kuvvet uygulanır mı, diye bir soru yöneltilerek bu derse hazırlık yapılır. Ardından bir hikâyeyle öğrencilerin dikkati çekilerek, mıknatıs hakkındaki ön bilgileri açığa çıkartılır:

“İki kardeş okuldan eve döndüklerinde oyun oynamaya karar vermişlerdir. Küçük kardeş babasının alet kutusuyla oynarken kutu elinden kayar ve içindekiler etrafa yayılır. Alet kutusunun içinde, bazı alet malzemeleri ile çivilerin ve küçük iğnelerin olduğunu gören çocuk ablasından bu çivi ve iğneleri eksiksiz toplaması için yardım ister. Ablasının kardeşine yapacağı hangi öneri ile iki kardeş kendilerine zarar vermeden çivileri ve iğneleri toplayabilirler?”

Öğretmen adaylarına daha sonra, mıknatıslar kırıldığında ya da ufalandığında özelliklerini kaybeder mi? sorusu yöneltilerek buna cevap vermeleri istenir

2. Keşfetme

Dersin keşfetme basamağında öğretmen adaylarına çeşitli malzemeler dağıtılarak (iğne, makas, altın, gümüş küpe, çivi, tornavida, kağıt, alüminyum folyo, tahta kaşık, cam) iki

kutbu renklendirilmiş olan mıknatıslar verilerek bu cisimleri çekmeleri istenir. Bu işlemi yapmadan önce ne olacağını tahmin etmeleri aşağıdaki tabloya yazmaları istenir.

Tablo. 2

Tahmin Et, Açıkla, Gözle, Açıkla

Tahmin Et	Açıkla	Gözle	Açıkla
İğne			
Makas			
Altın			
Gümüş			
Küpe			
Çivi			
Tornavida			
Kâğıt			
Alüminyum			

Daha sonra, öğretmen adaylarına; çubuk, alt nalı ve halkalı mıknatıslar verilerek hepsini ayrı ayrı demir tozuna yaklaştırmaları istenir. Çubuk mıknatısta demir tozunun nerelerde biriktiği ve bunun nedeni sorulur. Mıknatısların iki ucunun neden farklı renklerde olduğu sorularak kutupları buldurmaya çalışılır. Ayrıca dışardan etrafına mıknatıs yapıştırıldığı gözükmeyen iki kibrit kutusu birbirine yaklaştırılarak neler olduğunun gözlenmesi sağlanır. Bununla temas etmeyen kuvvetler arasında bir ilişki kurmaları sağlanır.

3. Açıklama

Açıklama basamağında keşfetme basamağında yapılan etkinlikten de yararlanılarak aşağıdaki tabloyu dolduran öğretmen adayları yaptıkları etkinlik ve gözlemlerden yola çıkarak, mıknatısın işlevlerini açıklamaya çalışırlar. Dersin sorumlusu öğretmen bu açıklamaları tamamlar.

Mıknatısların magnetik kutup özellikleri ile demir, nikel, kobalt gibi maddeleri çeken bir özellikte olduğu açıklanır.

Tablo 3.

Mıknatıslar ve Kullanım Alanları

Mıknatısın Kullanım Alanları	Mıknatısların Çektiği Maddeler ve Özellikleri

Bu açıklamaların ardından öğretmen adaylarının basit bir pusula yapmaları sağlanır (pipet, makas, dikiş iğnesi, mıknatıs, bir kap su ile)

4.Derinleştirme

Öğretmen adaylarının mıknatısları günlük hayatında nerelerde kullanıldığını dair geniş örnekler sunmaları sağlanır. Onlara günlük hayatta birçok alanda mıknatısların kullanıldığının açığa çıkarılmasını sağlayacak sorular yöneltilir: (Buzdolaplarının kapakları nasıl kapanır? Pusula nasıl hareket eder? Hızlı trenler nasıl hareket etmektedir? Fabrika bacalarında çıkan dumanların arasındaki metalleri çekmek için ne kullanılır?) Öğrenilenlerin pekiştirilmesi için, mıknatısı, şekillerini, kutuplarını ve günlük hayatımızdaki kullanımlarını özetleyen bir video izlettirilir.

<http://www.eba.gov.tr/video/izle/6058f9efb32d1e4f54232aad4b5cb94a0675ad7932001>
[adresinden erişildi.](#)

<http://www.eba.gov.tr/video/izle/1027f58c784c0a3c04933ac3ae8c09dbbf504e49a2001>
[adresinden erişildi.](#)

Mıknatısın günlük hayatta nerelerde kullanıldığını gösteren görseller üzerinde gösterilerek, örneklerin çeşitlendirilmesi sağlanır.



Şekil 3. Mıknatısın günlük hayattaki kullanımları (MEB, 2017).

5. Değerlendirme

Öğretmen adaylarının mıknatısların uyguladığı kuvvet ile ilgili etkinlik örnekleri geliştirmeleri istenerek, bu etkinlik örneklerini tüm sınıfa sunarak üzerinde tartışmaları sağlanır. Öğretmen adaylarına dersin sonunda mıknatısların özellikleri, kutupları, şekilleri, kullanım alanları ile ilgili açık uçlu, çoktan seçmeli, cümle tamamlama gibi sorular yöneltilerek var olan eksik ya da yanlış bilgileri açığa çıkartılır.

Dersin bu aşamasında mühendislik tasarım temelli öğretim sürecine geçilir:

Daha önceden kuvveti ve etkilerinin neler olduğunu öğrenen, mıknatısları ve kutuplarını tanıyan öğrencilerden bu kazanımları pekiştirmeleri ve günlük hayatlarında kullanabilmelerine fırsat sağlamak amacıyla kendilerine verilen probleme çözüm üretmeleri ve bir ürün tasarımları istenir.

Mühendislik tasarım temelli öğretim sürecinde STEM disiplinleri ile ilgili kazanımlar;

Fen ile ilgili kazanım, öğrenciler;

4.3.1.1. Kuvvetin, cisimlere hareket kazandırmasına ve cisimlerin şekillerini değiştirmesine yönelik deneyler yapar.

4.3.2.1. Mıknatısı tanıy ve kutupları olduğunu keşfeder.

4.3.2.2. Mıknatısın etki ettiği maddeleri deney yaparak keşfeder.

4.3.3.3. Mıknatısların günlük yaşamdaki kullanım alanlarına örnekler verir.

4.3.3.4. Mıknatısların yeni kullanım alanlarına örnekler verir.

Matematik alanı ile ilgili kazanım, öğrenciler;

M.3.2.3.1. Şekil modelleri kullanarak kaplama yapar, yaptığı kaplama örüntüsünü noktalı ya da kareli kâğıt üzerine çizer.

M.3.3.1.3. Cetvel kullanarak uzunluğu verilen bir doğru parçasını çizer.

M.3.3.3.1. Şekillerin alanını standart olmayan uygun malzeme ile kaplar ve ölçer.

M.4.3.1.3. Doğrudan ölçebileceği bir uzunluğu en uygun uzunluk ölçü birimiyle tahmin eder ve tahminini ölçme yaparak kontrol eder.

M.4.3.2.1. Kare ve dikdörtgenin çevre uzunlukları ile kenar uzunlukları arasındaki ilişkiyi açıklar.

M.4.3.2.2. Aynı çevre uzunluğuna sahip farklı geometrik şekiller oluşturur.

M.4.3.2.3. Şekillerin çevre uzunluklarını hesaplamayla ilgili problemleri çözer.

M.4.3.3.1. Şekillerin alanlarının, bu alanı kaplayan birim karelerin sayısı olduğunu belirler.

M.4.4.1.4. Sütun grafiği, tablo ve diğer grafiklerle gösterilen bilgileri kullanarak günlük hayatla ilgili problemler çözer.

- Kullanılacak olan malzemelerin fiyatlarını karşılaştırarak en uygun ve kullanışlı olanları belirler.

Mühendislik ve teknoloji ile ilgili kazanım, öğrenciler;

- Mühendislik ve teknoloji sistemlerinin bileşenlerini tanır.
- Düşüncelerini, araştırma sonuçlarını sunar ve ders boyunca çeşitli materyaller kullanır.
- Özel problemlerin çözümünde mühendislik yaklaşımları uygulanır.
- Teknolojik ürünlerin, süreçlerin, sistemlerin kullanımı ve bakımı ile ilgili kabiliyetlerini geliştirir.

- Öğrenci; takım çalışması, liderlik, bir araya gelme, dürüstlük, etik, çalışma alışkanlıkları ve organizasyonel yapıların önemini açıklar.
- Öğrenci uygun araçlar kullanır ve emniyetli güvenli çalışma alışkanlıkları gösterir.
- Kuvvetin cisimlerin hareketine etkisi ve mıknatısların etkisinden yararlanarak kullanarak günlük hayatta karşılaştığı bir probleme çözüm üretecek nitelikte bir ürün tasarlar.

Kullanılacak Olan Malzemeler/Yazılım:

-Kağıt, -Kalem, -Karton , -Cetvel, -Boya Kalemleri, -Bilgisayar, -Çizim Programı, -Basit malzemeler (çubuk, elektrik kablosu, ampül, tahta vs.), -Mıknatıs

Günlük Hayat Problemi

1. *Bir köy okulunun anasınıfına düzenlenecek olan oyuncak yardımı için kuvvetin itme etkisinden yararlanarak, basit malzemelerle, şehir cereyanı kullanmadan, kısa sürede uzun mesafe alabilen bir araç tasarlayarak hediye eder misiniz?*
2. *Elektriklerin sık sık kesildiği bir köyde, pil ya da şarjlı ışık kaynakları kullanan insanlar için şehir cereyanından yararlanmadan, mıknatıs kullanarak daha tasarruflu ve pratik şekilde aydınlanma sağlayacak ve bir ışık kaynağı tasarlayınız.*

Verilen problem cümlelerinden birinin seçilmesi sonrasında aşağıdaki bireysel düşünme süreçleri gerçekleştirilir:

- 1.Problemin tanımlanması
2. Problemin kriter ve sınırlıklarının belirlenmesi
- 3.Problemin çözümü için araştırma yapmaları sağlanır
- 4.Bireysel çözüm önerisi sunulur.

Bireysel çözüm önerisi sürecinden sonra grupça en iyi çözüm önerisine karar verebilmek için aşağıdaki grupla düşünme süreçleri gerçekleştirilir:

5. Gruptaki tüm bireylerin fikirleri karar verme matrisine yerleştirilerek en iyi çözüm önerisine karar verilir.

	KRİTERLER			
Çözüm Önerileri	1. Kriter	2.Kriter	3.Kriter	4. Kriter
1				
2				
3				
4				
5				

	SINIRLILIKLAR			
Çözüm Önerileri	1. Sınırlılık	2. Sınırlılık	3. Sınırlılık	4. Sınırlılık
1				
2				
3				
4				
5				

6. Seçilen en iyi çözüm önerisinin bilimsel gerekçelerini yazmaları istenir.

7. En iyi çözüm önerisi için yapılması gerekenleri belirtmeleri istenir.

8. Seçilen çözüm önerisinin prototipini ayrıntılı bir şekilde yapıldıktan sonra ürünün yapılması aşamasına geçilir.

Ek.16 MTTFÖ Sürecine Göre Yürütülmüş Bir Mühendislik Tasarım Formu

PROBLEM-İHTİYAÇ

- Kolay bozulabilir gıdaların veya ürünlerin her zaman soğuk tutulması gerekmektedir. Bunun için insanların yanlarında taşıyabilecekleri boyutta mini bir buzdolabına ihtiyaç vardır.

Biz uzun süre ilaç kullanan hastalar için bir kutu yaptık. Bu kutu ilaçları soğuk tutması için.

1. Problemin-İhtiyaçın Tanımlanması-Belirlenmesi

Uzun yol yolculuklarında, seyahat halinde buzdolabında saklanması gereken ilaçlar için soğutucu bir kutu yapılabilir. (insülin gibi ilaçlar) Çünkü bazı ilaçlar oda sıcaklığında saklanmaz.

2. Kriter ve sınırlılıkların belirlenmesi

Kriterler	Sınırlılıklar
- Maliyet, kolay tasarılanabilirlik	- Soğutma işlemi elektriksiz uzun süre gerçekleşmez.
- Yerden tasarruf	- Peltier hassas bir maddede bu yolla kullanımı açısından dikkatli olmalıdır.
- Dayanıklılık	
- Termometre kullanılabilir	

Soğutucu kutu, buzdolabı şartlarında bozulmaz ama oda sıcaklığında da dayanıklı olmayan ürünler için tercih edilir.

3. Problemin çözümü için bir araştırma yapınız..

(Neyi araştırdınız?)

(Nasıl araştırdınız, uzman, internet, kitap)

- Otobüs, uçak veya otomobil yolculuklarında sürekli ilaç kullanan hastalar için soğutucu bir kutu geliştirilmesi için videolar izlendi.
- Kutuya termometre eklendi ve böylece ilaçların dondurucu sıcaklıklara ulaşıldığında fark edilmesi sağlandı.

- Peltier nedir?

- Soğutucu fan nedir? nereden kullanılır, kullanımı amaçları nelerdir bunlar araştırılır.

4. Olası çözüm önerisi

- Dolaba içindeki soğutucu gazlar kullanılabilir.

→ Uzun yol yolculuklarında, seyahat halinde düşük sıcaklıklarda saklanması gereken ilaçlar için kutu yapılabilir.

→ Bu kutu buzdolabı şartlarında bozulmaz ama oda sıcaklığında da dayanıklı olmayan ürünler için tercih edilir.

→ Az yer kaplaması, yüksek maliyetli olmaması ve dayanıklı olması

PROBLEM-İHTİYAÇ

- Kolay bozulabilen gıdaların veya ürünlerin her zaman soğuk tutulması gerekmektedir. Bunun için insanların evlerinden uzaklaştıkları, buzdolabına ulaşamayacakları zamanlarda kullanmaları için mini bir buzdolabına ihtiyaç vardır.

1. Problemin-İhtiyaçın Tanımlanması-Belirlenmesi

- Kolay taşınabilen, ortamı başarılı bir şekilde soğutan mini bir buzdolabı yapılmalı. Bu buzdolabını yapımızda taşıyacağımız için de dayanıklı olmalı.

2. Kriter ve sınırlılıkların belirlenmesi

Kriterler	Sınırlılıklar
• Maliyet , • Kolay taşınabilirlik, • Soğutmanın başarılı bir şekilde gerçekleşmesi • Dayanıklılık ,	• Maliyeti fazla olabilir. • Soğutma işleminde kullanılan malzemeler büyük olduğu için kolay taşınamayabilir. • Kullanılan strofor köpük soğutma işleminde tutma açısından başarılı bir malzeme olsada , çabuk kırılabilen bir malzeme olduğu için dayanıklılığı düşürebilir.

3. Problemin çözümü için bir araştırma yapınız..

(Neyi araştırdınız?)

(Nasıl araştırdınız, uzman, internet, kitap)

- Buzdolabı yapımında kullanılabilecek malzemeleri araştırdım. Bu malzemelerden dolabın dış cepesinde kullanmak için strofor , içinde kullanmak için soğutucu , peltier kiti ve fan kullanabileceğimi öğrendim.
- Araştırmalarımı internet üzerinden yaptım. internette buzdolabıyla ilgili videolar izledim.
-

4. Olası çözüm önerisi

Dolabın içinde soğutucu gazlar kullanılabilir.
Ortamın ısınısını alıp hâl değiştirecek maddeler koyabiliriz- Böylece buzdolabının içi de soğumuş olur.

PROBLEM-İHTİYAÇ

- Kolay yapılabilen gıdaların veya ürünlerin her zaman sağuk tutulması gerekmektedir Bunun için insanların evlerinden usubastıkları, buzdolabına
- ulaşım yolları, zamanlarda kullanmaları için mini bir buzdolabına
- ihtiyaç vardır

1. Problemin-İhtiyacın Tanımlanması-Belirlenmesi

İnsanlar buzdolabına ulaşmadıklarında yollarında taşıyabildikleri kadar bir buzdolabı olmalı.
Uzun yol gitmesi için de dayanıklı olmalı. Maliyeti minimumda olmalı.

2. Kriter ve sınırlılıkların belirlenmesi

Kriterler	Sınırlılıklar
-Taşıyılabilir buzdolabı. -Dayanıklılığının yüksek olması -Tutarlı sağuk tutulması gerekir.	-Uzun ömürlü sağuk tutulması. -Dayanıklılığını taşıyabildiği kadar olmalı. -Maliyeti fazla olabilmeli.

3. Problemin çözümü için bir araştırma yapınız..

(Neyi araştırdınız?)

(Nasıl araştırdınız, uzman, internet, kitap)

- Bu problemin çözümü için internetten araştırdım.
- Youtube'da mini buzdolabı yapımı adına araştırma yaptım.
- Videoları izledim, dayanıklılığın nasıl artırıldığı ile ilgili bilgiler aldım.
- Kolay yapılabilir buzdolabı araştırdım. Filtre verdim

4. Olası çözüm önerisi

- Çözüm olarak buzdolabının market kordon kullanılarak yapılması.
- Market kordon strafor kordon pekelı bir malzeme olduğuna inanmadığı için kordonu kordonun içine dayanıklılık adına alüminyum folyo ile kaplamayı, gıdaları kordona sağuk tutmayı, sağuk tutma adına 2 tane perrone taktım.
- Uzun delikli fon yaptırmak için başka bir alüminyum folyo market kordon kullanılır.
- Fon buzdolabının sağuk tutmasını etkili olur.
- Perronların demirleri sağuk tutma gıda tutmaları pırlantasına bağlanır. Doğruyuyla mini abblarımız pırlantalarıyla sağuk tutulur.
- Birtakım izlenimlerle stilen kullanılarak yapılır.

PROBLEM-İHTİYAÇ

- Kolay bozulabilen gıdaların veya ürünün her zaman soğuk tutulması gerekmektedir. Bunun için insanın evlerinden uzaklaştıkça, buzdolabına ulaşamayacağı zamanlarda kullanmaları için mini bir buzdolabına ihtiyaç vardır.

1. Problemin-İhtiyacın Tanımlanması-Belirlenmesi

Öncelikle rahat taşıyabilen ortamı basit bir şekilde soğutan mini bir buzdolabı yapılmalıdır. Tabii ki buzdolabının yanımızda taşıyacağımız soğukları olması gerekir.

2. Problem cümlelerindeki kriter(istenilen özellikler) ve sınırlılıkları(problemi sınırlayacak durumlar) aşağıya listeleiniz.

Kriterler	Sınırlılıklar
• Mafiyet, kolay taşıyabilirlik • Soğutmanın gerçekleşmesi gerekir. • Kırılmasız, alayıklı olması gerekir.	• İşine tutacağımız elektrikli aletlerin pahalı olması • Kullanacağımız strafor kapalı soğukluğ içinde tutma açısından başarılı olsa da kırılıp şekli bozulabilir. • Soğutma işlemi uzun sürmeyebilir.

3. Problemin çözümü için bir araştırma yapınız..

(Neyi araştırdınız?)

(Nasıl araştırdınız, uzman, internet, kitap)

- Öncelikle buzdolabı yapımında kullanılabilecek malzemelere baktım.
- Soğukluğu sağlayabilecek malzemelere baktım. You tube da bir kaç video izledim. Strafor, maket kartondan yapılan videolara izledim. İseisine tablolabilecek soğutucu, feltier, fan kullanılabileceğini düşündüm.

4. Olası çözüm önerisi

Buzdolabının içine soğutucu gazlar kullanılabilir. Ya da straforun içine pervane yapılıp soğutma işlemi gerçekleştirilebilir.

PROBLEM-İHTİYAÇ

- Kolay bozulabilen gıdaların veya ürünlerin her zaman soğuk tutulması gerekmektedir. Bunun için insanların yollarında taşıyabilecekleri
- boyutta mini bir buzdolabına ihtiyaç vardır.

1. Problemin-İhtiyacın Tanımlanması-Belirlenmesi

→ Yiyeceklerin yolluluk durumunda soğuk tutulması için bir dolap tasarlamak

2. Kriter ve sınırlılıkların belirlenmesi

Kriterler	Sınırlılıklar
*Uzun süre soğuk tutulması *Dayanıklılık	← Bir dolap tasarlanırken soğuk tutmak için fazla peltier kullanmak gerekir. Buda maliyetli olabilir.

3. Problemin çözümü için bir araştırma yapınız..

(Neyi araştırdınız?)

(Nasıl araştırdınız, uzman, internet, kitap)

- Buzdolabının çalışma sistemleri araştırıldı.
- Bir dolapta soğutması için nelere ihtiyaç vardır?
- Taşıyıcının özellikleri nelerdir?
- Peltier nedir? Özellikleri nelerdir.
- Soğukluğu, sıcaklığı ne ile ölçebiliriz.
- Soğutucu fan nedir?

4. Olası çözüm önerisi

Son yıllarda taşıyıcı seracılık ve organik tarımda kullanılmaktadır. Köklere sağladığı hava ve su tutucu özelliği nedeniyle tercih edilmektedir. Isı tasarrufu sağlar. Taşıyıcı elyafı, diğer malzemelere göre daha üstün özelliklere sahiptir. İnorganik yapıdan oluştuğu bakteriyel ve mikroorganizmaların üremesi mümkün değildir, ağırlığa rastlamaz.

- Peltier isterseniz elektrik üretebilirsiniz isterseniz soğuk veya sıcak elde edebilirsiniz bir eleman Peltier genellikle 12 volt ile çalışan bir termoelektrik soğutucudur.

*Buhar geçirgenliğe sahip olması sayesinde nem barındırma, dayanış yapısında diğerde su tutucu özelliğe sahiptir. İsten sıcak hem soğukları korur.
*Peltier, Taşıyıcı elyaf, termometre, kullanılarak bir buzdolabı tasarlanabilir.

Grup Çözümü ve Prototip

Çözüm Önerileri	1.Kriter	2.Kriter	3.Kriter	4.Kriter
	Dayanıklılık	Maliyet	Kolay taşınabilirlik	Problemi tam olarak çözmesi
	✓			✓
	✓		✓	
	✓	✓	✓	
	✓		✓	

Çözüm Önerileri	1.Sınırlılık	2.Sınırlılık	3.Sınırlılık	4.Sınırlılık
	Dayanıklılık	Maliyet	Kolay taşınma	Problemi tam olarak çözmesi
	✓	✓	✓	
	✓		✓	
	✓	✓	✓	
	✓	✓		

Belirtilen sınırlılıklar doğrultusunda en az sınırlılığa sahip olan, Hala Nur Kayabaşı arkadaşımızın projesinin yapılması kararlaştırılmıştır.

-Seçtiğiniz olası çözüm önerisinin bilimsel gerekçeleri nedir?

(Neden bunu tercih ettiniz, dayandığı bilimsel gerekçeler nedir,)

Seçtiğimiz projede kullanılacak malzemeler diğer projelerdeki malzemelerden daha azdır.

mini Buzdolabının dışını oluşturarak malzeme hazır kontoplok kutudur. Bu kutu hem fiyat olarak uygun hem de düzgün kesiminden dolayı sağuym havanın dışarı çıkmasını daha çok engelleyerek bir malzemedir.

Kolay uygulanabilir, dayanıklı, ihtiyacı tam manasıyla karşılayıcı ve kolay taşınabilir olduğu için bu projenin yapılmasına

-Bu çözüm önerinizi geliştirmek için ne yapmalısınız?

Kutunun etrafında kutuyu tam oturmayan kısımları doldurmak için buzdolaplarındaki gibi lastik konulabilir.

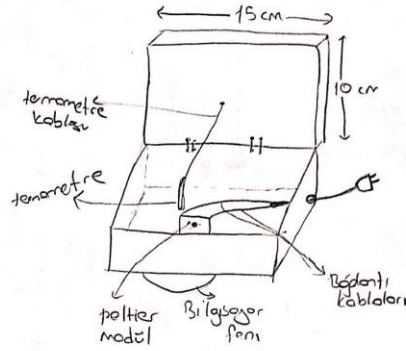
Kutunun yüzeyi buzdolabının havayı daha geç ısıtması ve dış ortam sıcaklarından (güneş vb.) daha az etkilenmesi için farklı bir malzeme ile kaplanabilir.

Tasarımınızın prototipini çizerek ayrıntılandırınız.

(Tasarımınızı ayrıntılarıyla çizerken, kullanacağınız malzeme, tasarımın boyutları, kısımları, işlevi vb. gibi konularda açıklamalarda bulununuz.)

Malzemeler;

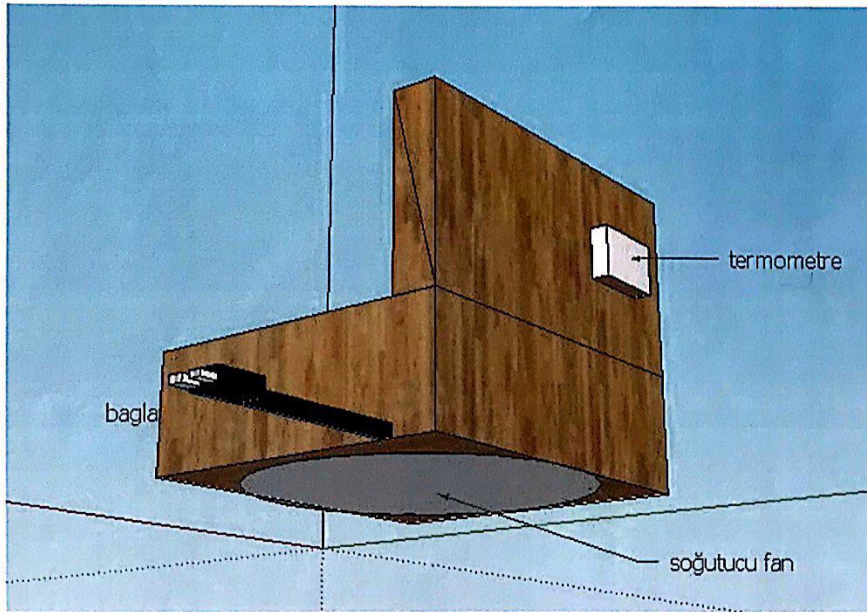
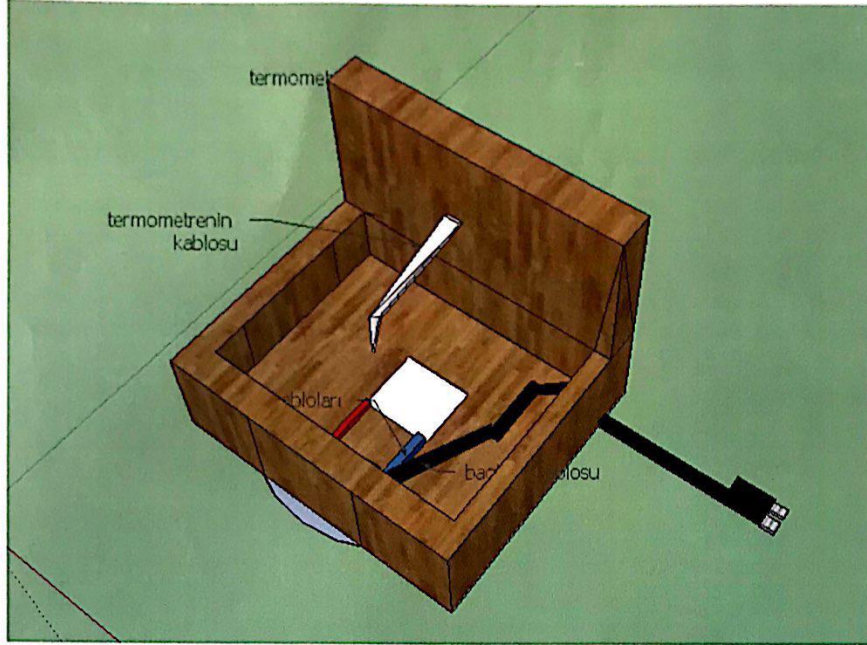
1. Kutu / mini sandık
2. Peltier
3. Bağlantı kabloları
4. Peltieri soğutmak için bilgisayar fanı
5. Mini busdolabının çalışıp çalışmadığını kontrol etmek için termometre.

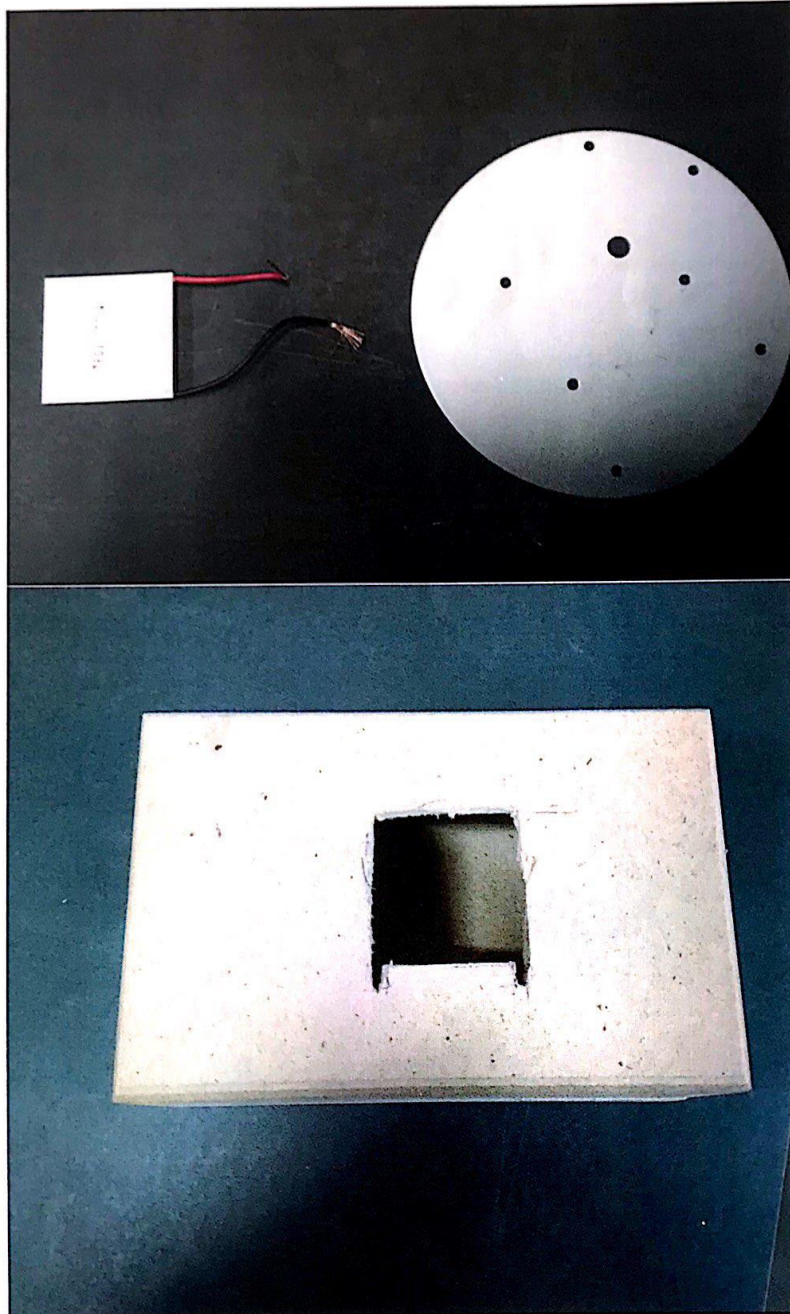


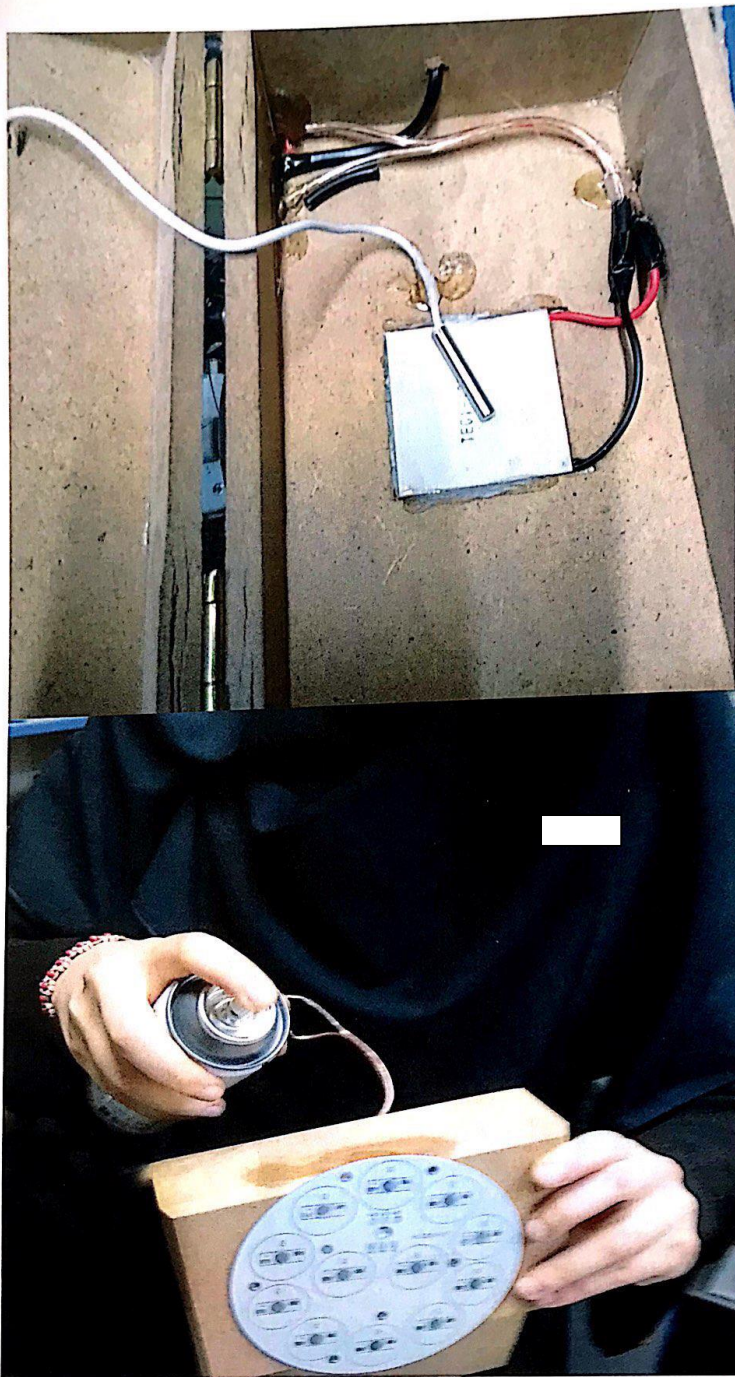
→ peltier 4 cm x 4 cm
→ fan 12 cm çapında

* Peltier modül çift taraflı (sıcak - soğuk) olarak çalışan bir üründür. Bu ürünün sıcak tarafını soğutmak için bilgisayar fanı kullanılmalıdır.
* Bu fan daha rahat hava alıp peltieri daha çok soğutması için dışarıya yerleştirilmiştir.

* Kutu ilacları koymak için tasarlandığından deliği bağlantıları çok büyük seçilmiştir. (Ortamı soğutmak daha kolay olsun diye)







EK 17. Özgeçmiş

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı	AYAZ, ELÇİN
Uyruğu	TÜRKİYE CUMHURİYETİ
Doğum tarihi ve yeri	28/11/1989, ELAZIĞ
E-Posta	elcin.ayazz@gmail.com



Eğitim Derecesi	Eğitim Derecesi	Mezuniyet Tarihi
Üniversite	Fırat Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Sınıf Öğretmenliği Bölümü	2011
Yüksek Lisans	Fırat Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İlköğretim Bölümü, Sınıf Eğitimi Ana Bilim Dalı	2015
Doktora	Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, Temel Eğitim Ana Bilim Dalı, Sınıf Eğitimi Bölümü	2019

İş Deneyimi, Yıl	Çalıştığı Yer	Görev
2007-2014	Milli Eğitim Bakanlığı	Öğretmen
2014-Devam Ediyor	Dicle Üniversitesi-Gazi Üniversitesi	Araştırma Görevlisi

Yabancı Dil	İngilizce (YDS: 70, YÖKDİL: 75)
-------------	---------------------------------

B. Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve/veya bildiri kitabında (Proceedings) basılan bildiriler:
B1. Turan, M. Ayaz, E. “İlkokul 1. Sınıf Uyum ve Hazırlık Dönemi Öğrenci Çalışma ve Öğretmen Kılavuz Kitaplarının İncelenmesi”. <i>12. Ulusal Sınıf Öğretmenliği Eğitimi Sempozyumu</i>, 23-25 Mayıs 2013, Aydın.
B2. Varol, F., Ayaz, E. “Aday Öğretmenlerin Sınıf Ortamlarında Karşılaştıkları Disiplin Sorunları ve Bu Sorunların Nedenleri”, <i>12. Ulusal Sınıf Öğretmenliği Eğitimi Sempozyumu</i>, 23-25 Mayıs 2013, Aydın.
B3. Elmacı, S., Ayaz, E., Sarıkaya, R. “ “İlkokul Öğretmenlerinin Zihin Haritaları Aracılığıyla Canlı Farkındalıklarının Belirlenmesi”. <i>1. Ulusal Biyoloji Eğitimi Kongresi</i>, 27-28 Mayıs 2016, Ankara.
C. Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve/veya bildiri kitabında (Proceedings) basılan bildiriler
C1. Emre, İ., Kaya, Z., Kaya, O-N, Ayaz, E., Kaya, E. “Sınıf Öğretmeni Adaylarının Fen Öğrenme Becerilerinin Belirlenmesi”. <i>14. Uluslararası Katılımlı Sınıf Öğretmenliği Eğitimi Sempozyumu</i>. 21-23 Mayıs, 2015, Bartın.
C2. Tertemiz,N., Ayaz, E. “2005 İlköğretim Matematik Dersi Öğretim Programı ile 2015 İlkokul Matematik Dersi Öğretim Programının Karşılaştırılması”. <i>15. Uluslararası Sınıf Öğretmenliği Eğitimi Sempozyumu</i>. 11-14 Mayıs, 2016, Bodrum/Muğla.
C3. Ayaz, E., Sönmez, E. “Olumlu Bir Sınıf Ortamı Oluşturmada Öğretmenlerin Sosyal ve Duygusal Becerilerinin İncelenmesi”. <i>15. Uluslararası Sınıf Öğretmenliği Eğitimi Sempozyumu</i>. 11-14 Mayıs, 2016, Bodrum/Muğla.
C4. Yıldız, M., Ketenoğlu-Kayabaşı, Z-E., Ayaz, E., Aklar, S. “Kitap Okumayı Sevmiyorum, Çünkü...” <i>15. Uluslararası Sınıf Öğretmenliği Eğitimi Sempozyumu</i>. 11-14 Mayıs, 2016, Bodrum/Muğla.
C5. Ayaz, E., Karakaş, H. ve Sarıkaya, R. “Sınıf Öğretmeni Adaylarının Nükleer Enerji Kavramına İlişkin Görüşleri: Bağımsız Kelime İlişkilendirme Örneği”, IX.

International Workshop On Nuclear Structure Properties.1-3 Eylül, 2016, Sivas.
C6. Ayaz, E., Yıldız, R. Sarıkaya, R. “Birleştirilmiş Sınıfta Görev Yapan Sınıf Öğretmenlerinin Fen Bilimleri Dersinde Karşılaştıkları Durumlar”, 26. Uluslararası Eğitim Bilimleri Kongresi, 20-23 Nisan, 2017, Antalya.
C7. Ayaz, E., Kaya, E. Emre, İ. “Sınıf Öğretmeni Adaylarının Maddeyi Tanıyalım Ünitesi Kapsamında Teknolojik Pedagojik Alan Bilgilerinin Belirlenmesi”, 26. Uluslararası Eğitim Bilimleri Kongresi, 20-23 Nisan, 2017, Antalya.
C8. Ayaz, E., Kaya, E. Emre, İ.“Sınıf Öğretmeni Adaylarının Yaşamımızdaki Elektrik Ünitesi Kapsamında Teknolojik Pedagojik Alan Bilgilerinin Belirlenmesi”, 16. Uluslararası Sınıf Öğretmenliği Eğitimi Sempozyumu, 8-11 Mayıs, 2017, KKTC.
C9. Kaya, E., Ayaz, E. Emre, İ. “Sınıf Öğretmeni Adaylarının Madde ve Değişim Öğrenme Alanı Kapsamında Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Seviyelerinin Belirlenmesi” , 16. Uluslararası Sınıf Öğretmenliği Eğitimi Sempozyumu, 8-11 Mayıs, 2017, KKTC.
C10. Akyol, H., Ayaz, E. “Okuma-yazma güçlüğü yaşayan bir ilkökul öğrencisinin okuma-yazma becerilerinin geliştirilmesi”, 16. Uluslararası Sınıf Öğretmenliği Eğitimi Sempozyumu, 8-11 Mayıs, 2017, KKTC.
C11. Emre, İ., Kaya, E., Ayaz, E. “Sınıf öğretmeni adaylarının yaşam alanlarına yönelik kazanımlar bağlamında teknolojik pedagojik alan bilgisi seviyelerinin belirlenmesi”, 11.Uluslararası Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Sempozyumu, 24-26 Mayıs, 2017, Malatya.
C12. Çoşkun, I., Ayaz, E. Sarıkaya, R. “Sınıf Öğretmenlerinin Ekolojik Ayak İzi Farkındalıkları ve Sürdürülebilirlik Hakkındaki Görüşleri”, 17.Uluslararası Sınıf Öğretmenliği Sempozyumu,11-14 Nisan, 2018, Kızılcahamam/Ankara.
C13. Doruk, O., Ayaz, E. “Sınıf Öğretmeni Adaylarının Fen Laboratuvarına Yönelik Tutumlarının Karşılaştırılması”, 17.Uluslararası Sınıf Öğretmenliği Sempozyumu,11-14 Nisan, 2018, Kızılcahamam/Ankara.

C14. Ayaz, E., Emre, İ. “Sınıf Öğretmeni Adaylarının Fen ve Teknoloji Dersi Kapsamında Mesleki Yeterliklerinin Belirlenmesi”, 17.Uluslararası Sınıf Öğretmenliği Sempozyumu,11-14 Nisan, 2018, Kızılcahamam/Ankara.

C15. Ayaz, E., Sarıkaya, R. “Sınıf Öğretmeni Adaylarının Mühendislik Tasarım Sürecinde STEM Eğitimi Hakkındaki Düşünceleri”, VIth International Eurasian Educational Research Congress, 19-22 Haziran, 2019, Ankara/Türkiye.

C16. Doruk, O., Ayaz, E. “İlkokul Fen Bilimleri Ders Kitaplarının Bilim Tarihi Açısından İncelenmesi”, VIth International Eurasian Educational Research Congress, 19-22 Haziran, 2019, Ankara/Türkiye.

Yayınlar

Yüksek Lisans Tez Başlığı (özeti ekte) ve Tez Danışman(lar)ı:

“Sınıf Öğretmeni Adaylarının Fen ve Teknoloji Dersi Kapsamında Mesleki Yeterliklerinin ve Algılarının Belirlenmesi” Fırat Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Elazığ-Türkiye, 2015.

Danışman: Doç. Dr. İrfan EMRE

A. Uluslararası hakemli dergilerde yayımlanan makaleler:

A1. Ayaz, E., Karakaş, H. ve Sarıkaya, R. (2016). Sınıf Öğretmeni Adaylarının Nükleer Enerji Kavramına İlişkin Görüşleri: Bağımsız Kelime İlişkilendirme Örneği. *Cumhuriyet Üniversitesi Fen Fakültesi Dergisi (CFD)*, 37, 42-54

A2. Yıldız, M., Ketenoğlu-Kayabaşı, Z-E., **Ayaz, E.,** Aklar, S. (2017). Bazı Çocukların Kitap Okumayı Sevmeme Nedenleri. *The Journal of Academic Social Science Studies (JASSS)*, 55, 507-524.

A3. Ayaz, E., Sarıkaya, R. (2019). The Effect of Engineering Design-Based Science Teaching on The Perceptions of Classroom Teacher Candidates Towards STEM Disciplines. *International Journal of Progressive Education*. 15(3), 13-27.

A4. Sönmez, E., Ayaz, E. (2019). Olumlu Öğrenme Ortamı Oluşturmada Öğretmenlerin Sosyal ve Duygusal Becerilerinin İncelenmesi. *Karadeniz Sosyal Bilimler Dergisi*. 20(29-44).

Yürütülen Atölye Çalışmaları

1.Sarıkaya, R., **Ayaz, E.** “Sınıf Öğretmenleri İçin Stem Eğitimi” 17.Uluslararası Sınıf Öğretmenliği Sempozyumu,11-14 Nisan, 2018, Kızılcahamam/Ankara.



GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR..