

**FEN BİLİMLERİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ MÜHENDİSLİK
TASARIM SÜRECİ UYGULAMALARINA YÖNELİK GÖRÜŞLERİ,
MÜHENDİSLİK BECERİLERİ VE BİLİMSEL
YARATICILIKLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

NALAN TUHTAKAYA

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**MERSİN
HAZİRAN - 2019**

**FEN BİLİMLERİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ MÜHENDİSLİK
TASARIM SÜRECİ UYGULAMALARINA YÖNELİK GÖRÜŞLERİ,
MÜHENDİSLİK BECERİLERİ VE BİLİMSEL
YARATICILIKLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

NALAN TUHTAKAYA

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**




**MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**Danışman
Doç. Dr. Hikmet SÜRMEİ**

**MERSİN
HAZİRAN - 2019**

ONAY

Nalan TUHTAKAYA tarafından Doç. Dr. Hikmet SÜRMEĒİ danışmanlığında hazırlanan "Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Mühendislik Tasarım Süreci Uygulamalarına Yönelik Görüşleri, Mühendislik Becerileri ve Bilimsel Yaratıcılıklarının Değerlendirilmesi" başlıklı bu çalışma aşağıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından oy birliği ile Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Görevi	Unvanı, Adı ve Soyadı	İmza
Başkan	Doç.Dr. Sedat KANADLI	
Üye	Doç.Dr. Mehtap YILDIRIM	
Üye	Doç.Dr. Hikmet SÜRMEĒİ	

Yukarıdaki Jüri kararı Eğitim Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 22.7/2019 tarih ve 22/13 sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof.Dr. Gülşen AVCI
Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürü



Bu tezde kullanılan özgün bilgiler, şekil, tablo ve fotoğraflardan kaynak göstermeden alıntı yapmak 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu hükümlerine tabidir.

ETİK BEYAN

Mersin Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliğinde belirtilen kurallara uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada,

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
 - Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlâk kurallarına uygun olarak sunduğumu,
 - Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
 - Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak kullandığımı,
 - Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
 - Bu tezin herhangi bir bölümünü Mersin Üniversitesi veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı,
 - Tezin tüm telif haklarını Mersin Üniversitesi'ne devrettiğimi
- beyan ederim.

ETHIC DECLARATION

This thesis is prepared in accordance with the rules specified in Mersin University Graduate Education Regulation and I declare to comply with the following conditions:

- I have obtained all the information and the documents of the thesis in accordance with the academic rules.
- I presented all the visual, auditory and written informations and results in accordance with scientific ethics.
- I refer in accordance with the norms of scientific works about the case of exploitation of others' works.
- I used all of the referred works as the references.
- I did not do any tampering in the used data.
- I did not present any part of this thesis as an another thesis at Mersin University or another university.
- I transfer all copyrights of this thesis to the Mersin University.

18 Haziran 2019/18 Haziran 2019

İmza / Signature

Öğrenci Adı ve Soyadı / Student Name and Surname

Nalan TUHTAKAYA

ÖZET

FEN BİLİMLERİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ MÜHENDİSLİK TASARIM SÜRECİ UYGULAMALARINA YÖNELİK GÖRÜŞLERİ, MÜHENDİSLİK BECERİLERİ VE BİLİMSEL YARATICILIKLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

21. yüzyıl eğitim ve öğretiminin yaşama bağlı deneyimlerle ve günlük hayatla ilişkilendirilmesiyle birlikte ortaya çıkan birbirinden farklı problemler ve sorgulamalar, yeni öğretim modellerine ihtiyaç duyulmasını sağlamıştır. Problemleri anlama ve çözümlerine kolayca ulaşmada, gerçek dünyayı anlamada Fen Bilimleri eğitiminin önemi büyüktür. Bu açıdan Mühendislik Tasarım Temelli Fen Öğretimi öğrencilerin günlük hayat problemlerine odaklanmalarını, var olan problemlere birden fazla çözüm üretebilmelerini ve yaratıcılıklarını gösterebilecekleri uygulamaları içermektedir. Bu çalışmada, “Fen Bilimleri öğretmen adaylarının mühendislik tasarım süreci uygulamalarına yönelik görüşleri, mühendislik becerileri ve bilimsel yaratıcılıklarının değerlendirilmesi” amaçlanmıştır. Bu amaçla araştırma, bir üniversitenin Fen Bilimleri Öğretmenliği Ana Bilim Dalı’nda öğrenim görmekte olan öğretmen adaylarından seçilen 26 öğretmen adayı ile 9 hafta boyunca yürütülmüştür. Araştırmada, mühendislik tasarım uygulamalarının, fen bilimleri öğretmen adaylarının; mühendislik becerilerine, bilimsel yaratıcılıklarına ve tasarım süreci uygulamalarına yönelik görüşlerine olan etkisini belirlemek için hem nicel hem de nitel desenlerin bir arada kullanıldığı karma yöntem durum çalışması uygulanmıştır. Araştırma verileri; Hu ve Adey (2002) tarafından geliştirilen ve Deniz ve Balım (2012) tarafından uyarlanan “Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği”; Engineering is Elementary (2017) tarafından geliştirilen “Mühendislik Becerileri Anketi”; Araştırmacı tarafından oluşturularak geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları yapılan yarı yapılandırılmış “Mühendislik Tasarım Uygulamaları Grup Görüşme Soruları” ve “Mühendislik Tasarım Uygulamaları Sonrası Görüşme Sorularından” elde edilmiştir. Araştırma nitel verilerin analizinde; içerik analizi, betimsel analiz ve “sayısallaştırılmış nitel verilerin” ve nicel verilerin analizinde frekans hesaplamaları, SPSS 20 istatistik programında betimsel istatistikler ve bağımlı gruplar t testi yapılmıştır.

Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre; öğretmen adaylarının Mühendislik Anketi sonucunda “İnşa etme, Hayal etme, Yaratıcı olma, Çizim, Takım çalışması, Veri analizi, Eleştirel dönüt, Geri bildirim, Bırakmama, Problem çözme, ve Diğer” becerilerine ait yanıtların son test lehine artış gösterdiği görülmektedir. Ayrıca “İletişim, Plan yapma, Problem çözme” ön test ve son test yanıtlarının birbirine eşit olduğu ve bu beceri kategorilerinin herhangi bir değişime uğramadığı sonucu ortaya çıkmıştır. Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği ön test son test uygulaması sonucunda öğretmen adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği son test akıcılık orijinallik ve esneklik boyutları uygulama sonuçları lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farkın ($p < 0.05$) ortaya çıktığı görülmektedir. Yarı yapılandırılmış grupların görüşme soruları ve uygulamalar sonrası öğretmen adaylarıyla yapılan görüşmeler sonucunda öğretmen adaylarının Mühendislik Tasarım Uygulamaları sonucunda gerçek hayat problemlerine olan ilgilerinin arttığını, yaratıcı düşünme becerilerinin geliştiğini, eğlenceli bir çalışma ortamının ortaya çıktığını, kazanımların tasarım problemleri ile uygun olduğunu ve Mühendislik Tasarım Uygulamalarının gerçek sınıf ortamında uygulanabileceğini ifade etmişlerdir.

Anahtar Kelimeler: Mühendislik Tasarım Süreci Uygulamaları, Bilimsel Yaratıcılık, Mühendislik Becerileri, Fen Bilimleri Öğretmen Adayları

Danışman: Doç. Dr. Hikmet SÜRMEİLİ, Mersin Üniversitesi, Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi Anabilim Dalı, Mersin

ABSTRACT

THE EVALUATION OF PRESERVICE SCIENCE TEACHERS' VIEWS ON THE APPLICATIONS OF ENGINEERING DESIGN PROCESS, THEIR ENGINEERING SKILLS AND SCIENTIFIC CREATIVITY

Different problems and inquiries that arise with the connection of 21st century education and training with life-related experiences and daily life have led to the need for new teaching models. Science education is of great importance in understanding the problems and finding solutions easily and understanding the real world. In this respect, Engineering Design-Based Science Teaching includes applications where students focus on daily life problems, produce multiple solutions to existing problems and demonstrate their creativity. The aim of the study was to evaluate the pre-service science teachers' views on engineering design process applications, engineering skills and scientific creativity. For this purpose, the research was conducted for 9 weeks with 26 preservice teachers who were selected from the preservice teachers studying in the Science Teaching Department of a university. In the study, a mixed model case study, in which both quantitative and qualitative designs were used, was applied in order to determine the effect of the engineering design applications on engineering skills, scientific creativity and views on design process applications of preservice science teachers. Research data was obtained from "Scientific Creativity Scale" which was developed by Hu and Adey (2002) and adapted by Deniz and Balım (2012); "Engineering Skills Questionnaire" which was developed by Engineering is Elementary (2017); semi-structured "Engineering Design Applications Group Interview Questions" and "Post-Engineering Design Interview Questions" which were created by the researcher and of which the validity and reliability studies were conducted. In the analysis of qualitative data; content analysis, descriptive analysis and frequency computation, descriptive statistics and dependent groups t test of qualitative data and quantitative data, descriptive statistics and dependent groups t-test in SPSS 20 statistical program were used.

According to the results obtained from the research; in the results of the Engineering Questionnaire the responses of the preservice teachers for "Building, Imagining, Being Creative, Drawing, Teamwork, Data Analysis, Critical Feedback, Feedback, Not quitting, Problem Solving, and Other "skills of the preservice teachers increased in favor of the post-test. In addition, it was found that the pre-test and post-test responses for "Communication, Planning, Problem Solving" were equal and these skill categories did not change. As a result of the pre-test post-test application of the Scientific Creativity Scale, it is seen that there is a statistically significant difference ($p < 0.05$) in favor of the results of pre-service teachers' Scientific Creativity Scale post-test fluency, originality and flexibility dimensions. At the end of the interview questions of the semi-structured groups and interviews with the preservice teachers after the applications, it was observed that the pre-service teachers. At the end of the interview questions of the semi-structured groups and interviews with the pre-service teachers after the applications, it was observed that the pre-service teachers' interest in real life problems increased as a result of Engineering Design Applications, their creative thinking skills developed, and entertaining working environment emerged, and the learning outcomes were in accordance with the design problems and Engineering Design Practices can be used in real classroom environments.

Keywords: Engineering Design Process Applications, Scientific Creativity, Engineering Skills, Preservice Science Teachers

Supervisor: Assoc. Prof. Hikmet SÜRMEĻİ, Mersin University, Department of Mathematics and Science Education, Mersin.

TEŞEKKÜR/ÖNSÖZ

Gerek lisans gerekse yüksek lisans hayatımda gerçek azmi, başarıyı ve pes etmemeyi kendisinden öğrendiğim, ders sürecim ve tez çalışmalarım boyunca tecrübesi, bilgisi, sabrı ve sevgisini benden hiçbir zaman esirgemeyen, beni bulduğum konumdan hep bir üst basamağa taşıyan, her zorluğun üstesinden gelmemi sağlayan, öğrencisi olmaktan büyük bir onur ve mutluluk duyduğum değerli hocam ve tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Hikmet SÜRMEİ'ye sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Tez jürimde yer alarak vermiş oldukları dönütlerle tezime katkıda bulunan değerli hocalarım Doç. Dr. Sedat KANADLI ve Doç. Dr. Mehtap YILDIRIM'a yardımlarından dolayı çok teşekkür ediyorum.

Tüm eğitim-öğretim hayatımda, yeni bir hayalim olduğunda ve en hassas zamanlarımda, bana hem maddi hem de manevi olarak destek olan; sevgiyi, şevkati ve sabrı esirgemeyen sevgili aileme teşekkürlerimi sunuyorum. Tez çalışmalarım sırasında mutluluklarıma ve üzüntülerime birebir ortak olan sabrı ve sevgisiyle bana ihtiyacım olan gücü aşıl原因an canım annem İmran TUHTAKAYA'ya, çalışmalarım için ilgisiyle bana destek olan ve beni motive eden canım babam Zekeriya TUHTAKAYA'ya, bana her zaman inanan, desteklerini esirgemeyen sevgi dolu canım ablam Münevver Yıldız DİKİLİ'ye ve her zaman sevgisi ve desteğiyle yanımda olan canım ağabeyim Abdulgani TUHTAKAYA'ya çok teşekkür ediyorum. Öğretmenliğin ve öğretmen olmanın taşıdığı gururu ilk onun varlığıyla öğrendiğim, vatan ve millet sevgisinin can bulmuş hali olan değerli dayım Şehit Öğretmen Fevzi KATAR'a minnet duyuyorum ve teşekkür ediyorum.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ONAY	
ETİK BEYAN	
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜRLER/ÖN SÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	iv
TABLolar DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
GRAFİKLER DİZİNİ	x
RESİMLER DİZİNİ	xi
KISALTMALAR VE SİMGELER	xii
1. GİRİŞ	1
1.1. Problem Durumu	1
1.2. Araştırmanın Amacı	5
1.3. Problem Cümlesi ve Alt Problemler	5
1.4. Araştırmanın Önemi	6
1.5. Sayıtlar	7
1.6. Sınırlılıklar	7
1.7. Tanımlar	8
1.7.1. Akıcılık Boyutu	8
1.7.2. Orijinallik Boyutu	8
1.7.3. Esneklik Boyutu	8
1.7.4. Bilimsel Yaratıcılık	8
2. ALANYAZIN VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR	9
2.1. Yirmibirinci Yüzyıl Fen Bilimleri Eğitiminde Kazanılması Gereken Beceriler	9
2.1.1. Mühendislik Becerileri ve Önemi	10
2.1.2. Bilimsel Yaratıcılık Becerileri	11
2.2. STEM Eğitimi Yaklaşımı	12
2.3. Fen Eğitimiinde Mühendislik Tasarım Süreci	14
2.3.1. Mühendislik tasarım sürecinde problem basamağının belirlenmesi	16
2.3.2. Mühendislik tasarım problemi olası çözümlerin araştırılma süreci	16
2.3.3. Mühendislik tasarım süreci hayal etme ve planlama basamakları	16
2.3.4. Mühendislik tasarımı en uygun çözüm yolunun belirlenmesi	16
2.3.5. Mühendislik tasarım ürünü oluşturma, test etme ve geliştirme basamakları	17
2.3.6. İletişim	17
2.4. Mühendislik Tasarıma Dayalı Fen Eğitimi ve 5E Yöntemi	18
2.5. Mühendislik Tasarım Uygulamalarında Fen Bilimleri Öğretmeninin Rolü	20
2.6. İlgili Araştırmalar	20
2.6.1. Öğretmen ve Öğretmen Adayları ile Gerçekleştirilen Mühendislik Tasarım Uygulamalarına İlişkin Çalışmalar	21
2.6.2. Öğrenciler ile Gerçekleştirilen Mühendislik Tasarım Uygulamalarına İlişkin Çalışmalar	28
2.6.3. Bilimsel Yaratıcılığa İlişkin Çalışmalar	30
3. YÖNTEM	32
3.1. Araştırma Modeli	32
3.1.2. İç İçe Gömülü Desen	33
3.2. Araştırmanın Çalışma Grubu	34

3.3. Veri Toplama Araçları	36
3.3.1. Mühendislik Becerileri Anketi (MBA)	37
3.3.2. Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği (BYÖ)	37
3.3.3. Mühendislik Tasarım Uygulamaları Grup Görüşme Soruları (MTUGGS)	38
3.3.4. Mühendislik Tasarım Uygulamaları Sonrası Görüşme Soruları (MTUSGS)	39
3.4. Araştırmanın Uygulanması	40
3.4.1. Öğretmen Adaylarının Mühendislik Tasarım Uygulamalarını Öğrenme Süreci	40
3.4.2. Araştırmanın Uygulama Süreci	40
3.5. Mühendislik Tasarım Uygulamaları Süreç Basamakları	50
3.5.1. Araştırma Sürecinde Geliştirilen Mühendislik Tasarım Ürünleri	51
3.6. Verilerin Analizi	52
3.6.1. Mühendislik Becerileri Anketi Verileri Analizi	52
3.6.2. Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği Verileri Analizi	53
3.6.2.1. Bilimsel Yaratıcılık Ölçeğinin Değerlendirilmesi	54
3.7. Mühendislik Tasarım Uygulamaları Grup Görüşme Soruları Analizi	57
3.8. Mühendislik Tasarım Uygulamaları Görüşme Soruları Analizi	58
4. BULGULAR	60
4.1. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Mühendislik Becerileri Anketinden Elde Edilen Bulgular	60
4.2. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ölçeğinden Elde Edilen Bulgular	62
4.2.1. Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği Akıcılık Puanı Karşılaştırılması	64
4.2.2. Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği Orijinallik Puanı Karşılaştırılması	65
4.2.3. Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği Esneklik Puanı Karşılaştırılması	66
4.2.4. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ölçeğinden Elde Edilen İçerik Analiz Bulguları	67
4.3. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Mühendislik Tasarım Uygulamaları Grup Görüşme Sorularından Elde Edilen Bulgular	89
4.4. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Mühendislik Tasarım Uygulamaları Sonrası Görüşme Sorularından Elde Edilen Bulgular	94
4.4.1. "Mühendislik Tasarım Uygulamaları Sırasında Kolaylıkla Gerçekleştirdiğiniz Çalışma Hangisiydi? Neden Bu Çalışmayı Seçtiniz?" 1. Sorusuna İlişkin Bulgular	94
4.4.2. "Mühendislik Tasarım Uygulamaları Sırasında En Çok Zorlandığınız Çalışma Hangisiydi? Neden Bu Çalışmayı Seçtiniz?" 2. Sorusuna İlişkin Bulgular	95
4.4.3. "Yapmış Olduğunuz 5E Öğretim Modeline Dayalı Mühendislik Tasarım Uygulamalarının Fen Bilimleri Öğretim Programına Uygunluğu Hakkında Ne Düşünüyorsunuz?" 3. Sorusuna İlişkin Bulgular	97
4.4.4. "Yapmış Olduğunuz 5E Öğretim Modeline Dayalı Mühendislik Tasarım Uygulamalarının Ortaokul Öğrencilerine Uygulanabilirliği Hakkında Ne Düşünüyorsunuz?" 4. Sorusuna İlişkin Bulgular	98
4.4.5. "Mühendislik Tasarım Uygulamalarının Gerçek Sınıf Ortamlarında Uygulanabilmesi İçin Sizce Öğretmenlerin Ne Gibi Özelliklere Sahip Olması Gerekir?" 5. Sorusuna İlişkin Bulgular	99
4.4.6. "Öğretmen Adaylarının, Mühendislik Tasarım Uygulamalarını Gerçek Sınıf Ortamlarında Uygulayabilmesi İçin Aldığınız Eğitimin Yeterli Olduğunu Düşünüyor musunuz?" 6. Sorusuna İlişkin Bulgular	100
4.4.7. "Aldığınız Eğitimin Yeterli Olmadığını Düşünüyorsanız Daha Etkili Bir Öğretim İçin Hangi Önerilerde Bulunabilirsiniz?" 7. Sorusuna İlişkin Bulgular	100
4.4.8. "Mühendislik Tasarım Ders Planı Üzerinde Eklemeler ve Çıkarmalar Yapmak İsteseydiniz Bu Değişiklikler Nasıl Olurdu?" 8. Sorusuna İlişkin Bulgular	101

4.4.9. "Fen Bilgisi Öğretmen Adayı Olarak Yapmış Olduğumuz Mühendislik Tasarım Uygulamalarının Size Ne Gibi Katkısı Olduğunu Düşünüyorsunuz?" 9. Sorusuna İlişkin Bulgular	102
5. TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER	103
5.1. Araştırmanın Birinci Alt Problemine İlişkin Yorumlar ve Sonuçlar	103
5.2. Araştırmanın İkinci Alt Problemine İlişkin Yorumlar ve Sonuçlar	105
5.2.1. BYÖ "Bir Cam Parçası ile ilgili" 1. Soruya İlişkin Yorumlar ve Sonuçlar	107
5.2.2. BYÖ "Gezegen ile İlgili" 2. Soruya İlişkin Yorumlar ve Sonuçlar	108
5.2.3. BYÖ "Bisiklet ile İlgili" 3. Soruya İlişkin Yorumlar ve Sonuçlar	109
5.2.4. BYÖ "Yerçekimi ile İlgili" 4. Soruya İlişkin Yorumlar ve Sonuçlar	110
5.2.5. BYÖ "Kare ile İlgili" 5. Soruya İlişkin Yorumlar ve Sonuçlar	110
5.2.6. BYÖ "Peçete ile İlgili" 6. Soruya İlişkin Yorumlar ve Sonuçlar	111
5.2.7. BYÖ "Elma Toplama Makinesi ile İlgili" 7. Soruya İlişkin Yorumlar ve Sonuçlar	111
5.3. Araştırmanın Üçüncü Alt Problemine İlişkin Yorumlar ve Sonuçlar	112
5.4. Araştırmanın Dördüncü Alt Problemine İlişkin Yorumlar ve Sonuçlar	117
5.5. Öneriler	123
5.5.1. Uygulayıcıya Yönelik Öneriler	123
5.5.2. İleride Yapılacak Araştırmalara Yönelik Öneriler	124
KAYNAKLAR	125
EKLER	132
EK 1: Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği Sorularından Elde Edilen "Sayısallaştırılmış" Nitel Bulgular	132
EK 2: Grup Görüşme Sorularından Elde Edilen "Sayısallaştırılmış" Nitel Bulgular	148
EK 3: Tasarım Uygulamaları Sonrası Görüşme Sorularından Elde Edilen Bulgular	153
EK 4: Mühendislik Becerileri Anketi	162
EK 5: Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği	164
EK 6: Mühendislik Tasarım Uygulamaları Grup Görüşme Soruları	165
EK 7: Mühendislik Tasarım Uygulamaları Sonrası Görüşme Soruları	168
EK 8: Mühendislik Tasarım Ders Planı Örneği	170
EK 9: 5E Metoduna Göre Hazırlanmış Ders Planı Örneği	173
EK 10: Ölçme Araçları İçin İzin Yazıları	180
ÖZGEÇMİŞ	184

TABLolar DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 2.1. 5E Öğrenme Modelinin Aşamaları ve Mühendislik Uygulamaları [37].	19
Tablo 3.1. Veri Toplama Araçları ile Araştırmanın Alt Problemlerinin Eşleştirilmesi	36
Tablo 3.2. İki Puanlayıcı arasındaki Uyum Yüzdeleri	54
Tablo 3.3. Ön Test 1. Soru Akıcılık (Frekans) ve Orijinallik Puanı Örnekleri	55
Tablo 3.4. Ön Test 1. Soru Esneklik Puanı Örnekleri	56
Tablo 3.5. Mühendislik Tasarım Uygulamaları Grup Görüşme Soruları Güvenirlik Analizi	59
Tablo 3.6. Mühendislik Tasarım Uygulamaları Sonrası Görüşme Soruları Güvenirlik Analizi	59
Tablo 4.1. Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği Ön ve Son Uygulama Akıcılık Puanları	63
Tablo 4.2. Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği Ön ve Son Uygulama Esneklik Puanları	63
Tablo 4.3. Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği Ön ve Son Uygulama Orijinallik Puanları	63
Tablo 4.4. Akıcılık, Esneklik ve Orijinallik Boyutlarının Ortalama Puanları	64
Tablo 4.5. Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği Akıcılık Puanları Farkı Normal Dağılımı	64
Tablo 4.6. Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği Ön Test Son Test Akıcılık Puanları Karşılaştırılması	64
Tablo 4.7. Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği Orijinallik Puanları Farkı Normal Dağılımı	65
Tablo 4.8. Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği Ön Test Son Test Orijinallik Puanları Karşılaştırılması	65
Tablo 4.9. Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği Esneklik Puanları Farkı Normal Dağılımı	66
Tablo 4.10. Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği Ön Test Son Test Esneklik Puanları Karşılaştırılması	66
Tablo 4.11. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği "Bir Cam Parçası İle İlgili" 1. Sorudan Oluşturulan Kategoriler	67
Tablo 4.11.1. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği "Bir Cam Parçası İle İlgili" 1. Sorudan Oluşturulan Kategorilerin Yer Aldığı Test	68
Tablo 4.11.2. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği "Bir Cam Parçası İle İlgili Sorusundan" Elde Edilen Nitel Bulguları	69
Tablo 4.12. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği "Gezegen İle İlgili" 2. Sorudan Oluşturulan Kategoriler	71
Tablo 4.12.1. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği "Gezegen ile ilgili" 2. Sorudan Oluşturulan Kategorilerin Yer aldığı Test	72
Tablo 4.12.2. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği "Gezegen İle İlgili Sorusundan" Elde Edilen Nitel Bulguları	73
Tablo 4.13. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği "Bisiklet İle İlgili" 3. Sorudan Oluşturulan Kategoriler	75
Tablo 4.13.1. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği "Bisiklet ile ilgili" 3. Sorudan Oluşturulan Kategorilerin Yer aldığı Test	75
Tablo 4.13.2. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği "Bisiklet İle İlgili Sorusundan" Elde Edilen Nitel Bulguları	76
Tablo 4.14. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği "Yerçekimi Kuvveti İle İlgili" 4. Sorudan Oluşturulan Kategoriler	78
Tablo 4.14.1. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği "Bisiklet ile ilgili" 3. Sorudan Oluşturulan Kategorilerin Yer aldığı Test	78
Tablo 4.14.2. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği "Yerçekimi Kuvveti İle İlgili Sorusundan" Elde Edilen Nitel Bulguları	79

Tablo 4.15. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği “Kare İle İlgili” 5. Sorusu Ön Uygulama Frekansları ve Orijinallik Puanları	81
Tablo 4.16. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği “Peçete İle İlgili” 6. Sorudan Oluşturulan Kategoriler	83
Tablo 4.16.1. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği “Peçete ile ilgili” 6. Sorudan Oluşturulan Kategorilerin Yer aldığı Test	84
Tablo 4.16.2. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği “Peçete İle İlgili Sorusundan” Elde Edilen Nitel Bulguları	85
Tablo 4.17. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği “Elma Toplama Makinesi İle İlgili” 7. Sorudan Oluşturulan Kategoriler	86
Tablo 4.18. Grup Görüşme Soruları “Ders Anlatım Planı Süreci Genel Hazırlık” Başlığından Elde Edilen Yanıtlar	89
Tablo 4.19. Grup Görüşme Soruları “5E+ Tasarım Planı Hazırlık” Başlığından Elde Edilen Yanıtlar	90
Tablo 4.20. Grup Görüşme Soruları “Süreç” Başlığından Elde Edilen Yanıtlar	91
Tablo 4.21. Grup Görüşme Soruları “Değerlendirme” Başlığından Elde Edilen Yanıtlar	92
Tablo 4.22. “Kolaylıkla Gerçekleşen Çalışma” 1. Sorusunun Yanıtları	94
Tablo 4.22.1. “Neden Bu Çalışmayı Seçtiniz?” 1. Alt Başlık Sorusunun Yanıtları	95
Tablo 4.23. “Zorlandığınız Çalışma” 2. Sorusunun Yanıtları	95
Tablo 4.23.1. “Neden Bu Çalışmayı Seçtiniz?” 2. Alt Başlık Sorusunun Yanıtları	96
Tablo 4.24. “MTU’nun Fen Bilimleri Öğretim Programına Uygunluğu” 3. Sorusunun Yanıtları	97
Tablo 4.25. “MTU’nun Ortaokul Öğrencilerine Uygulanabilirliği” 4. Sorusunun Yanıtları	98
Tablo 4.26. “MTU’nun Gerçek Sınıf Ortamlarında Uygulanabilmesi için Gerekli Öğretmen Özellikleri” 5. Sorusunun Yanıtları	99
Tablo 4.27. “MTU’nun Gerçek Sınıf Ortamlarında Uygulanabilmesi için Alınan Eğitimin Yeterli Olup Olmaması” 6. Sorusunun Yanıtları	100
Tablo 4.28. “Etkili Bir Öğretim İçin Öneriler” 7. Sorusunun Yanıtları	100
Tablo 4.29. “MTDP Üzerinde Eklemeler Veya Çıkarmalar” 8. Sorusunun Yanıtları	101
Tablo 4.30. “MTU’nun Öğretmen Adayına Katkısı” 9. Sorusunun Yanıtları	102

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Bilimsel Yaratıcılık Modeli [75].	12
Şekil 2.2. Mühendislik Tasarım Süreci [52].	15
Şekil 3.1. Amaçlı-Karma-Olasılıklı Yöntem Süreci [13].	33
Şekil 3.2. Öğretmen Adaylarının Mühendislik Tasarım Uygulamaları Çalışma Süreci	49
Şekil 3.3. Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği Analizi Gösterimi	53



GRAFİKLER DİZİNİ

	Sayfa
Grafik 4.1. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Mühendislik Becerileri Anketi Ön Test Bulguları	60
Grafik 4.2. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Mühendislik Becerileri Anketi Son Test Bulguları	61
Grafik 4.3. Mühendislik Becerileri Ön Test Son Test Frekans Karşılaştırılması	62



RESİMLER DİZİNİ

	Sayfa
Resim 3.1. Mühendislik Becerileri Anketi Örneği	37
Resim 3.2. Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği Soru Örneği	38
Resim 3.3. Mühendislik Tasarım Uygulamaları Grup Görüşme Soruları Örneği	39
Resim 3.4. Mühendislik Tasarım Uygulamaları Sonrası Görüşme Soruları Örneği	40
Resim 3.5. 5. Hafta Hazırlık Grubu MTDP Problem Hikayesi	50
Resim 3.6. Araştırma Sürecinde Geliştirilen Mühendislik Tasarım Ürün Örnekleri	51
Resim 4.1. uö6 Kodlu Öğretmen Adayının Yanıt Örneği	68
Resim 4.2. öü26 Kodlu Öğretmen Adayının Yanıt Örneği	70
Resim 4.3. su26 Kodlu Öğretmen Adayının Yanıt Örneği	70
Resim 4.4. öü10 Kodlu Öğretmen Adayının Yanıt Örneği	74
Resim 4.5. su10 Kodlu Öğretmen Adayının Yanıt Örneği	74
Resim 4.6. öü2 Kodlu Öğretmen Adayının Yanıt Örneği	77
Resim 4.7. öü13 Kodlu Öğretmen Adayının Yanıt Örneği	80
Resim 4.8. su11 Kodlu Öğretmen Adayının Yanıt Örneği	80
Resim 4.9. öü1 Kodlu Öğretmen Adayının Yanıt Örneği	82
Resim 4.10. öü19 Kodlu Öğretmen Adayının Yanıt Örneği	83
Resim 4.11. öü25 Kodlu Öğretmen Adayının Yanıt Örneği	87
Resim 4.12. su25 Kodlu Öğretmen Adayının Yanıt Örneği	87
Resim 4.13. öü19 Kodlu Öğretmen Adayının Yanıt Örneği	88
Resim 4.14. su5 Kodlu Öğretmen Adayının Yanıt Örneği	88

KISALTMALAR VE SİMGELER

Kısaltma/Simge	Tanım
5E	Giriş, Keşfetme, Açıklama, Derinleştirme, Değerlendirme
BYÖ	Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği
E1	Esneklik 1
EIE	Engineering is Elementary
FeTeMM	Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik
MBA	Mühendislik Becerileri Anketi
MEB	Milli Eğitim Bakanlığı
MTDP	Mühendislik Tasarım Ders Planı
MTU	Mühendislik Tasarım Uygulamaları
MTUGGS	Mühendislik Tasarım Uygulamaları Grup Görüşme Soruları
MTUSGS	Mühendislik Tasarım Uygulamaları Sonrası Görüşme Soruları
NRC	Ulusal Araştırma Kurulu
ÖA1	Öğretmen Adayı 1
Öu	Ön Uygulama
P21	21. yy Öğrenimi için Ortaklık
STEM	Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik
Su	Son Uygulama
T1	Tasarım 1

1. GİRİŞ

Araştırmanın bu bölümünde; problem durumu, problem cümlesi, alt problemler, sayıtlar, sınırlılıklar, tanımlar, araştırmanın amacı ve önemi hakkında bilgi verilmektedir.

1.1. Problem Durumu

Çağımızda, bilim ve teknoloji alanında yaşanan yenilik ve gelişmelerin son derece ileri bir seviyeye ulaştığı görülmektedir. Bu yenilik ve gelişmelerin temel amacı, insanın yaşadığı problemlere çözüm üretmek ve var olan gelişmelere yenilik katmak olmuştur. Bilim ve teknoloji alanında yaşanan bu yenilikler ve gelişmeler, eğitimde farklı görüş ve öğretim programlarının doğmasına neden olmuştur. Ayrıca modern teknolojik materyaller de eğitimde görülen yeniliklerin ve gelişmelerin hızlanmasına yol açmıştır. 21. yy da öğrencilerin bilgiye kolayca ulaşabilmelerinde, başarılı olmalarında, dünyayı kavrayıp anlamalarında Fen Bilimleri eğitiminin önemi büyüktür (Hançer, Şensoy, ve Yıldırım, 2003). Eğitim alanında gerçekleşen birtakım yenilikler ve gelişmeler sonucunda Fen Bilimleri dersine yönelik tutumların olumlu yönde artması için yeni yaklaşımlara, farklı yöntem ve tekniklere ihtiyaç olduğu görülmüştür (Marulcu ve Sungur, 2015). Değişen ve gelişen bilim ve teknoloji ile Fen Bilimleri dersinin öğrenciler için ezberden çok, kavrayarak, yaşayarak ve yaparak öğrenmeyi teşvik etmesi ve öğrencilerin karşılaştıkları bir problemi bilimsel yollarla çözebilmeleri gerektiği belirtilmiştir (Türkmen, 2017).

Fen Bilimleri öğretim programında fen bilimleri ile ilgili kariyer bilincini geliştirmek ve karşılaşılan sorunlara çözüm üretmek gibi amaçların vurgulandığı görülmektedir (MEB, 2013). Bunun üzerine yenilenen Fen Bilimleri dersi öğretim programında; Fen Bilimleri öğretim programında yer alan temel becerilerde; matematiksel yetkinlik, bilim/teknolojide temel yetkinlikler, dijital yetkinlik, öğrenmeyi öğrenme gibi önemli beceriler ele alınarak, Fen Bilimleri dersinin yeniliğe, yeni becerilere ve farklı yetkinliklere ne kadar ihtiyacı olduğu bir kez daha belirtilmiştir (MEB, 2018).

Yeni beceriler ve farklı yetkinlikleri etkin kılan Mühendislik tasarım becerileri var olan bilimsel problemlerin ve gelecekte karşılaşılabilecek problemlerin çözümünde bilim, teknoloji, mühendislik ve matematiği kullanmaktadır (NRC, 2012).

Bu ihtiyaca karşılık olarak yenilenen Fen Bilimleri programı temel becerilerinde Mühendislik ve Tasarım Becerileri alanı altında yenilikçi (inovatif) düşünmeye yer verilmiştir. Mühendislik ve Tasarım Becerileri alanı; fen bilimlerini teknoloji, mühendislik ve matematikle bütünleştirerek, sorunlara multidisipliner bir bakış açısı kazandırmakta, öğrencileri buluş yapmaya teşvik etmekte ve öğrencileri inovatif seviyeye ulaştırarak bir ürün ortaya çıkarmalarını

sağlamaktadır. Mühendislik ve Tasarım Becerileri alanı bir ürünün geliştirilebilmesi için gerekli yöntemleri kapsamaktadır (MEB, 2018). Mühendislik Tasarım süreci basamakları, bir hedef, bir problem etrafında şekillenmektedir. Mühendislik Tasarım süreci bir teknolojinin geliştirilmesiyle var olan bir problemi çözme süreci olarak tanımlanmıştır. Mühendislik tasarımından yola çıkarak gerçekleşen Mühendislik Tasarım Süreci, mühendislik becerilerine sahip olan bireylerin, problemleri çözmek adına kullandıkları bir dizi adımdır (Engineering is Elementary, 2017). Mühendislik Tasarım süreci uygulamalarında var olan problemlerin çözümü için birbirinden çeşitli yöntemler bulunmakta ve problem için geçerli çözüm yolunun seçiminde ürünü ortaya çıkarabilecek en iyi yöntem seçilmektedir. Ayrıca Mühendislik Tasarım Süreci ürünün yeniden tasarlanması ve geliştirilmesi basamağını içermektedir (English ve King, 2015).

Genellikle öğrenciler çevrelerinden ve mevcut hazırbulunuşlukları sebebiyle almış oldukları yanlış bilgilendirmeler ile feni karışık, anlaşılması güç olarak tanımlayabilmektedirler ve bu durum öğrencilerin Fen Bilimleri dersine karşı tutumlarını ve gelişimlerini olumsuz yönde etkilemektedir (Harlen, 1999). Bu nedenle öğrencilerin Mühendislik ve Tasarım becerileri alanını daha iyi kavrayabilmeleri için mühendislik ve mühendislik tasarımı terimlerinin anlamlarını bilmeleri gerekmektedir (P21, 2015).

Genelden özele bir tanım yapılacak olursa; Mühendis; matematik ve bilimi kullanarak karmaşık problemleri çözen kişilere denilmektedir. Mühendisliğin görevleri karmaşıktır ve bu nedenle mühendislik iletişim becerilerinin ve yaratıcılığın gelişmesine teşvik eden ayrıca takım çalışmasını destekleyen bir disiplindir (Roehrig, Moore, Wang ve Park, 2012). Öğrencilerin bununla birlikte tasarım temelli fen eğitimi ile karşılaşacakları günlük yaşam problemlerini tanımlamaları, problemin günlük hayatta kullanılan araç ve malzemelerle tasarım haline getirmeleri; malzeme, zaman ve maliyet kriterlerini de göz önüne alarak karşılaştıkları problemlere çözümler geliştirmeleri beklenmektedir (MEB, 2018).

Mühendislik tasarımı, karmaşık ve gerçek ile ilişkili olan problemleri çözmek için öğrencilerin yeteneklerini ve eğilimlerini ilerletebilecek çok yönlü yollara odaklanan bir disiplin tasarımıdır (English ve King, 2015). Mühendislik tasarımından yola çıkarak gerçekleşen mühendislik tasarım süreci, mühendislik eğitimi almış bireyler tarafından, var olan problemleri çözmek için kullandıkları bir dizi adımdan oluşmaktadır. Mühendislik tasarım süreci, bir problemi ya da ihtiyacı belirlemek için harekete geçerek, bu problemlere çözüm oluşturup geliştirmek için mühendislik tasarım sürecinin aşamalarını dikkate alır. O aşamalar; problemin tanımı, arka plan araştırması, şartların belirlenmesi, alternatif çözümler oluşturulması, en iyi çözümün seçilmesi, çözümün geliştirilmesi, prototip oluşturulması ve bu prototipin test edilip yeniden

tasarlanmasından meydana gelmektedir (Tayal, 2013). Fakat bu aşamaların öğrenciler tarafından sınıf ortamlarında gerçekleşebilmesi için öğretmenlerin yeterli bilgi birikimi ve tecrübeye sahip olması beklenmektedir ve öğretim programlarında mühendislik tasarım temelli öğrenme hakkında var olan bilgilerin yetersiz olduğu ve öğretmenlerin mühendislik tasarım uygulamalarına yönelik yeterli tecrübeye sahip olmadıkları ifade edilmektedir (Marulcu ve Barnett, 2009). Buna bağlı olarak Kolodner (2002) yapmış olduğu çalışmada mühendislik tasarım sürecine engel olabilecek unsurlardan birinin öğretmenlerin tasarım süreci eğitimleri olduğu sonucunu ortaya çıkarmıştır. Bu nedenle bu araştırmada öğretmen adayları ile mühendislik tasarım sürecinin gerçekleşmesi sağlanmıştır. Ames (2014), yapmış olduğu çalışmada öğretmenlerin mühendislik tasarım sürecine hazır olmadıklarını ifade ederken; Sümen ve Çalışıcı (2016), öğretmen adaylarının tasarım temelli uygulamalar süreci boyunca eğlenceli bir süreç geçirdikleri vurgulanmıştır. Dani ve diğerleri (2018), yapmış oldukları çalışma sonucunda öğretmen adaylarının mühendislik tasarım temelli uygulamalar için bir eğitim almaları gerektiği ifade edilmiştir. Ayrıca Ames (2014), yapmış olduğu çalışma sonucunda öğretmen adaylarının tasarım temelli uygulamalar ile ilgili hizmet içi eğitim almaları gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Hynes (2012), yapmış oldukları çalışmada öğretmen adaylarının uygulamalar boyunca zorluklar yaşadıklarını ve bu sebeple tasarım temelli uygulamaların öğretmen adaylarıyla birlikte daha fazla gerçekleştirilmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Tüm bu çalışmaların sonucunda Kolodner (2002), Mühendislik Tasarım süreci öğretimine engel olabilecek en önemli unsurlardan birinin öğretmen eğitimi olduğunu ifade etmiştir. Mühendislik Tasarım öğretimi etkinliklerinde yer alan öğretmenler çok deneyimli olsalar bile daha önce almış oldukları yanlış eğitimlerin yansıması Mühendislik Tasarım öğretim sürecini etkileyebilmektedir (Raycheva, Angelova ve Vodenova, 2017). Bu sebeple öğretmenlerin 21. yüzyıl yeterlilik becerileri, eleştirel düşünme, iletişim, işbirliği ve yaratıcılık becerileri geliştirilmeli ve uygulamaları gerçek sınıf ortamlarında gerçekleştirebilmeleri için bilgi seviyeleri yeterli düzeye getirilmelidir (Thananuwong, 2015). Öğretmenlerin bu süreç doğrultusunda uygulamalı çalışmalara katılmaları ve öğrencilerine öğretmek istedikleri bilgileri Mühendislik Tasarım sürecine entegre etmeleri gerekmektedir (Wellington ve Ireson, 2017). Buna bağlı olarak öğrenciler bilgiyi birçok şekilde öğrenirler. Görme, duyma, mantıksal ve sezgisel, ezber yolu ve görselleştirme, çizim analogileri ve matematiksel modeller oluşturma gibi birçok öğrenme yolu bulunmaktadır. Öğretim yöntemleri değiştikçe öğretmenlerin öğretim yöntemlerine karşı eğitimleri de muhakkak değişmeli ve geliştirilmelidir (Felder ve Silverman, 1988). Gelişen teknoloji ve önemi artan bilim ile yaratıcı düşünebilen, mühendislik disiplinine karşı donanımlı ve yeterli becerilere sahip insanlara ihtiyaç arttıkça; bu insanların gelişimlerini destekleyecek ve yetişmelerini sağlayacak öğretmenlere ihtiyaç

duyulduğu bir gerçektir (Bardak ve Karamustafaoğlu, 2016). Yeterli beceri ve donanıma sahip olması gereken bir fen öğretmeninde neyi ne zaman ve ne şekilde öğreteceğini bilmesi beklenmektedir. Ayrıca bilginin nasıl öğretileceği, bilginin öğretimi öncesinde ve sonrasında hangi öğretim yöntem ve tekniklerinin kullanılacağını doğru bir şekilde ifade edebilen öğretmenler iyi ve etkili öğretmenler olarak ifade edilmektedir (Kızıltepe, 2002). Bu bilgiler ışığında, yapılan bu çalışmada Mühendislik Tasarım Süreci uygulamalarının öğretmen adayları ile gerçekleştirilmesi ve sürecin nasıl geçtiğine dair öğretmen adaylarının düşüncelerinin alınması dikkate alınmıştır.

Toplumlarını ileri ve refah seviyelere getirmek isteyen ülkeler en başta teknoloji, bilim ve reform hareketlere yönelik çalışmalara destek vermekte; bu desteğin yanında bilimsel yaratıcılığa ve mühendislik disiplinine yönelik çalışmalar öğrencilerin eğitim hayatına entegre edilmesiyle geleceğe yönelik yeni reform hareketlerin öncüsü olarak görülmektedirler (Dym, Agogino, Eris, Frey ve Leifer, 2005). Gelecekteki eğitim hayatına yeni bir reform hareketi oluşturacak olan Mühendislik disiplini ve Mühendislik tasarımının öğretim programlarına dahil edilmek istenmekte fakat birçok eksik bu isteğin gerçekleşmemesine neden olmaktadır. Okullardaki mühendislik tasarım eğitimine uzak olan öğretmen desteği, personel ve materyal eksikliği, yeni öğretim tekniklerine okul ve çevresinin açık olamaması, okul ve sınıfların mevcut yapılarının bu durumu engelleyen faktörler olarak sıralanmaktadır (Pahl ve Beitz, 2013).

Tasarım temelli fen eğitimi; öğrencilerin yaparak yaşayarak, mühendislik becerilerini ve yeterliliklerini gerçek sınıf ortamına aktarabilmeleri için gerekli alt yapıyı oluşturmaktadır (Thananuwong, 2015). Öğrencilerin Fen Bilimleri dersini sevmelerinin ve ilerideki eğitim hayatlarında fen'e yönelik kariyer seçimleri yapmak istemelerinin temel sebeplerinden birisi mutlaka, fen öğrenirken kullandıkları yaklaşımlar ve fen bilimlerine yönelik olan tutumları olacaktır (Ünal ve Ergin, 2006). Mühendislik tasarım temelli fen bilimlerine eğitimi öğrencilerin mühendisliğe ve fene yönelik ilgilerini artırmaktadır (Pahl ve Beitz, 2013). Mühendislik Tasarım uygulamaları; öğrencilerin Fen Bilimleri dersi kazanımlarını kullanarak bilimsel ve yaratıcı bir soru veya problemle sorgulama yapabilecekleri, var olan değişkenlerini kontrol edebilecekleri, verilerini analiz edebilecekleri, takım çalışması halinde grup arkadaşları ile iletişim içerisinde olup bir mühendis gibi etkinliklerini gerçekleştirebilecekleri bir ortam sağlamaktadır (Gencer, 2017). Bu doğrultuda öğrenciler hem fen eğitimini günlük yaşam ile ilişkilendirmeye yönelmekte hem de mühendislik disiplinini fene entegre ederek anlamlı öğrenmeyi gerçekleştirmektedirler (Roehrig vd., 2012). Öğrenciler Mühendislik Tasarım süreci sırasında mühendislik becerilerini sergileyerek bilimsel yaratıcılıklarıyla problemlere çözümler sunarak anlamlı öğrenmeyi zenginleştirmektedirler (Barroso, Nite, Morgan, Becer, Capraro ve Capraro, 2016).

Son olarak Fen bilimleri öğretim programı alana özgü beceriler dikkate alındığında; Mühendislik ve Tasarım Becerileri alanı adı altında yenilikçi (inovatif) düşünmenin yer aldığı ve bu alanın fen, matematik, teknoloji ve mühendisliği birlikte ele alarak, problemlere karşı disiplinler arası bakış açısıyla yaklaşmayı öğretmekte olduğu görülmektedir (MEB, 2018). Bu doğrultuda alana özgü becerilerin mühendislik, matematik ve teknolojiden bağımsız olarak fen eğitiminde istenen hedeflere ve yeniliklere ulaşamayacağı görülmektedir (Roehrig vd., 2012). Bu nedenle Mühendislik disiplininin teknoloji ve matematik ile bütünleştirilmesi ve fen eğitimine entegre edilmesinin gerekli olduğu ifade edilmektedir (Pahl ve Beitz, 2013).

Mühendislik, teknoloji, matematik ve fen disiplinlerinin bir arada olduğu Mühendislik temelli çalışmalara bakıldığında; tasarım uygulamalarının öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılıklarına olan etkisinin incelendiği (Bayrak, 2014; Chappell ve Craft, 2009; Demir, 2014; Şahin-Pekmez vd., 2010), Ortaokul öğrencilerinin gerçekleştirmiş oldukları uygulamalar sonucunda öğrencilerin bilişsel, duyuşsal ve bilgi düzeylerine olan etkisinin incelendiği (Lamb vd., 2015); öğrencilerin uygulamalar hakkında görüşlerinin alındığı (Sürmeli vd., 2018) çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada gerçekleştirilen Mühendislik Tasarım uygulamalarının bahsedilen diğer çalışmalardan ayrı olarak MEB (2018), Fen Bilimleri öğretim programı kazanımlarına uygun tasarım uygulamalarıyla gerçekleştirilmiştir.

Yapılan bu çalışmada Mühendislik Tasarım Uygulamaları (MTU) ve süreci tanımlanarak konuyla ilişkin kavramlar, modelin dayandığı süreç basamakları üzerinde durularak MTU modelinin öğretmen adaylarının mühendislik becerileri, bilimsel yaratıcılıklarına ve modele yönelik görüşleri üzerinde nasıl bir etkisi olabileceği soruları incelenmiştir.

1.2. Araştırmanın Amacı

Araştırmanın amacı mühendislik tasarım süreci uygulamalarının Fen Bilimleri öğretmen adaylarının mühendislik becerilerine ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisini incelemek ve uygulamalara yönelik öğretmen adaylarının görüşlerini tespit etmektir. Bu amaç doğrultusunda araştırmada aşağıdaki problem belirlenmiştir.

1.3. Problem Cümlesi ve Alt Problemler

Araştırmanın problem cümlesi, "Mühendislik Tasarım Süreci uygulamalarının Fen Bilimleri öğretmen adaylarının mühendislik becerilerine ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisi ve öğretmen adaylarının uygulama ile ilgili görüşleri nasıldır?" şeklinde belirlenmiştir. Bu problem doğrultusunda aşağıdaki sorulara yanıt aranmıştır.

1. Öğretmen adaylarının mühendislik becerileri mühendislik tasarım süreci uygulamaları öncesi ve sonrasında değişmekte midir?
2. Öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılıkları mühendislik tasarım süreci uygulamaları öncesi ve sonrasında değişmekte midir?
3. Öğretmen adaylarının gerçekleştirdikleri mühendislik tasarım süreci uygulamalarına yönelik görüşleri nasıldır?
4. Öğretmen adaylarının mühendislik tasarım süreci uygulamalarının ortaokullardaki uygulanabilirliği konusundaki görüşleri nasıldır?

1.4. Araştırmanın Önemi

Eğitimde en doğal öğrenme kişisel deneyim ile gerçekleşmektedir. Her gün çevreyi ve dünyayı keşfeden öğrenciler yeni bilgiler edinmekte ve bu bilgileri nasıl kullanabileceklerini sorgulamaktadırlar. Deneyimsel öğrenmenin en büyük avantajı, öğrencilerin çevrelerinden algıladıkları bilgileri kabul etmeleriyle sınırlı olmamasıdır (Zoldosova, 2006). Öğrencilerin sorgulamalarıyla başlayan doğal öğrenme süreci, tıpkı mühendislerin tasarımlarını yönlendiren ilkeler ile özdeşleşmektedir. Örneğin mühendisler tasarımları sürecinde; “Hangi koşullar içerisinde soruma çözüm üretebilirim?” “Tasarımım neden çalışmıyor?” gibi soruları kendilerine yöneltirler (Kolodner, 2002). Mühendislik Tasarım temelli eğitim, öğrencilerin doğal öğrenmelerine ve eğitim süreçlerinde kendilerini sorgulamalarına olanak tanımaktadır. Mühendislik tasarımı günlük hayatta karşılaştığımız birçok zorluğa ve gerçek problemlere dayandığından, öğrencilerin Mühendislik Tasarım temelli eğitim ile sorunlara birden fazla çözüm yoluyla yaklaşmaları için ideal bir temel oluşturur (Barroso vd., 2016). Mühendislik Tasarım Temelli eğitimin gerçek sınıf ortamlarında uygulanabilmesi için öğretmen adaylarının da mühendislik-dizayn etkinliklerini öğrenmeleri önem taşımaktadır. Hizmet öncesi eğitim sürecine Mühendislik Tasarım Temelli eğitimin eklenmesi öğretmen adaylarının gelecekteki sınıf ortamlarında yöntem ve teknikleri etkili bir biçimde kullanmalarına olanak sağlayacaktır (Marulcu ve Sungur, 2015). Öğrencilerin problem çözme, karar verme ve tasarım oluşturma yetkinliklerinin gelişmesini isteyen öğretmenler, Mühendislik Tasarım uygulamaları ile öğrencilere eğlenceli ve eğitici bir ortam oluşturabilmektedir (English ve King, 2015). Bu çalışma öğrencilerin Fen’e olan ilgilerinin, problem çözme ve karar verme becerilerinin gelişmesi için öğretmen adayları adına önem teşkil etmektedir. Morrison (2006), Mühendislik uygulamalarının; eleştirel düşünme, yaratıcı düşünme, plan yapma ve dizayn oluşturma becerilerini geliştirdiğini ifade etmiştir. Öğrenciler çeşitli becerilerini geliştirirken bu süreçte yer alan Fen Bilimleri öğretmenlerinin ise Mühendislik Tasarım Uygulamalarını başarılı bir şekilde

gerçekleştirmeleri için tasarım uygulamalarının gerektirdiği bilgi, beceri ve yetkinliklere sahip olmaları beklenmektedir (Thananuwong, 2015).

Gerçekleştirilen literatür çalışmasında öğretmen adayları ile gerçekleştirilen Mühendislik Tasarım Uygulamaları etkinliklerinin süreçlerini anlatan çalışmalara bir şekilde ulaşılabilirken, Mühendislik uygulamalarını detaylı bir şekilde açıklayan çalışmalara sınırlı bir şekilde ulaşılmıştır. Bu araştırmada Fen Bilimleri öğretmen adaylarıyla, Fen Bilimleri öğretim programı kazanımlarına uygun olarak Mühendislik Tasarımı uygulamalarının gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır ve çalışmanın Fen Bilimleri öğretmen adaylarına mesleki hayatlarında yol göstermesi beklenmektedir. Bu çalışmada Mühendislik Tasarım etkinliklerinin gerçekleşmesinin 5E modeli ile birlikte uygulanabilecek çeşitli Mühendislik Tasarım Temelli etkinliklerine örnek oluşturabileceği ve araştırmanın gelecekteki Fen Bilimleri öğretmen ve öğretmen adaylarına örnek teşkil edeceği düşünülmektedir.

1.5. Sayıtlar

Bu araştırmada;

1. Çalışmanın ölçekleri geliştirilirken görüşleri alınan uzmanların yansız ve objektif görüş bildirdiği,
2. Fen Bilimleri öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılık ölçeğini, mühendislik becerileri anketini, görüşme ve grup görüşme sorularını samimi bir şekilde yanıtladıkları,
3. Araştırmacının, araştırma boyunca ön yargısıyla hareket etmediği varsayılmıştır.

1.6. Sınırlılıklar

2017-2018 eğitim-öğretim yılının ilk döneminde gerçekleştirilen bu çalışmada 6. 7. Ve 8. Sınıf Fen Bilimleri öğretim programında yer alan kazanımlar Mühendislik Tasarım temelli uygulamalar etrafında şekillenerek gerçekleştirilmiştir. Bu doğrultuda araştırma sonucunda elde edilen bulguların;

1. Fen Bilimleri dersi 6. 7. ve 8. sınıf ders kazanımları ile,
2. Fen Bilimleri Öğretmenliği Üniversite son sınıf öğretmen adayları ile,
3. Uygulamanın gerçekleştirildiği 9 haftalık süre ile,
4. Çalışmanın veri toplama araçları için Mühendislik Tasarım uygulamalarının gerçekleştirildiği sınıfta öğrenimine devam eden 30 öğrenci ile sınırlıdır.

1.7. Tanımlar

Bu bölümde araştırmanın temel yapıtaşlarını oluşturan Bilimsel Yaratıcılık ölçeğinin temel boyutlarını oluşturan akıcılık, orijinallik ve esneklik boyutları ve yaratıcılık tanımlanmıştır.

1.7.1. Akıcılık Boyutu: Akıcılık, var olan bir probleme getirilen alternatif çözümlerin toplamı olarak tanımlanmaktadır (Sungur, 1997). Bireylerin bir probleme vermiş oldukları yanıtlardan oluşan havuzla ve bu havuzdan elde edilen yanıtlar ile akıcılık boyutu ortaya çıkmaktadır (Hu ve Adey, 2002).

1.7.2. Orijinallik Boyutu: Orijinallik, akıcılığı kabul edilmiş, alışılmadık yanıtların sıklıklarının hesaplanması ve bu yanıtların probleme verilen yanıtlar içerisinde yaratıcılığı temsil etmesi şeklinde tanımlanmaktadır (Hu ve Adey, 2002).

1.7.3. Esneklik Boyutu: Esneklik, farklı konularda elde edilen yanıtların birden fazla kategori içerisinde yer alması ve elde edilen bu yanıtların birden fazla problemin çözümü olabilmesi şeklinde tanımlanmaktadır (Hu ve Adey, 2002).

1.7.4. Bilimsel Yaratıcılık: Bilimsel Yaratıcılık, problem çözme becerisi olarak tanımlanmakla birlikte; var olan problemi keşfetmekle başlayan ve bu problemi çözmek amacıyla farklı düşünme becerilerini harekete geçiren, çözüm yollarını sıralayan ve birbirinden farklı çözüm yolları arasından en kullanışlı ve farklı olanı problemin çözümü olarak sisteme dahil etme sürecini kapsamaktadır (Hu ve Adey, 2002). Bilimsel Yaratıcılık; özgün fikirler üretebilmeyi, verilen bir problem üzerinden hipotez ve fikirler geliştirebilmeyi; geliştirilen bu fikirler arasından özgün ve yeni bir çözüm yolu ortaya çıkarmayı sağlayan sürecin bütünüdür (Aktamış ve Ergin, 2008).

2. ALANYAZIN VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Araştırmanın bu bölümünde çalışma kapsamında ele alınan değişkenlere ilişkin bilgiler yer almaktadır. Araştırmanın alan yazın çerçevesi dahilinde, mühendislik becerileri, bilimsel yaratıcılık, mühendislik tasarım uygulamaları ve fen bilimleri öğretmen adaylarının mühendislik tasarım ile ilgili görüşlerinin önemi ve ilgili araştırmalar olmak üzere alan yazın oluşturulmuştur.

2.1. Yirmibirinci Yüzyıl Fen Bilimleri Eğitiminde Kazanılması Gereken Beceriler

Fen Bilimleri, öğrencilere teknoloji ile ilgili olumlu tutumları kazandırmaya çalışan bir bilim olarak değerlendirilmektedir. 21. yy da öğrencilerin bilgiye kolayca ulaşabilmelerinde, başarılı olmalarında, dünyayı kavrayıp anlamalarında Fen Bilimleri eğitiminin önemi büyüktür (Hançer, Şensoy, ve Yıldırım, 2003). Fen Bilimleri öğretim programı amaçlarına bakıldığında; günlük yaşam sorunlarına ilişkin sorumluluk alınmasını ve bu sorunları çözmede fen bilimlerine ilişkin bilgi, bilimsel süreç becerileri ve diğer yaşam becerilerinin kullanılmasını sağlamak, fen bilimleri ile ilgili kariyer bilincini geliştirmek ve karşılaşılan sorunlara çözüm üretmek gibi amaçların vurgulandığı görülmektedir (MEB, 2013). Yenilenen (MEB, 2018) Fen Bilimleri dersi öğretim programı incelendiğinde; öğretim programı amaçlarının 2013 öğretim programı amaçlarından farklı olduğu görülmektedir. Fen Bilimleri öğretim programında yer alan temel beceriler; ana dilde iletişim, yabancı dilde iletişim, matematiksel yetkinlik ve bilim/teknolojide temel yetkinlikler, dijital yetkinlik, öğrenmeyi öğrenme, girişimcilik, insiyatif alma, sosyal ve vatandaşlıkla ilgili yetkinlikler, kültürel farkındalık ve ifade şeklinde belirtilmiştir.

Fen Bilimleri eğitiminin 21. yy da geçirmiş ve geçirmekte olduğu değişim ile insanların farklı becerilere sahip olmaları gerektiği görülmektedir. P21, (Partnership for 21st Century Learning) insanların 21. yy da sahip olmaları gereken becerileri belirli kategorilere ayırmıştır. Bu beceriler; yaratıcılık, inovasyon, iletişim, işbirliği, eleştirel düşünme ve problem çözme, medya okuryazarlığı, bilim okuryazarlığı ve teknoloji okuryazarlığı olmak üzere belirli başlıklar altında sunulmuştur (P21, 2015).

İşbirliği, iletişim, eleştirel düşünme, problem çözme, bilim okuryazarlığı, teknoloji okuryazarlığı gibi becerileri bir arada bulunduran STEM eğitimi 21. yy öğrenme modellerinden birisi olarak, Amerika Birleşik Devletlerinin (ABD) devlet politikası haline gelmiştir (Aydeniz ve diğ., 2015). STEM eğitimi içeriği 2017 Fen Bilimleri Öğretim programı temel becerilerinde Mühendislik ve Tasarım Becerileri alanı altında yenilikçi (inovatif) düşünme ile ele alınmıştır. Mühendislik ve Tasarım Becerileri alanı; fen bilimlerini teknoloji, mühendislik ve matematikle bütünleştirerek, sorunlara multidisipliner bir bakış açısı kazandırmayı, öğrencileri buluş yapmaya

teşvik etmeyi ve öğrencileri inovatif seviyeye ulaştırarak bir ürün ortaya çıkarmalarını sağlamayı ve bu öğrencilerin bir ürünü geliştirmeleri ile ilgili yöntemleri içermektedir (MEB, 2018). Fen Bilimleri öğretim programında belirtildiği üzere bilimsel araştırma becerileri ve teknolojik becerilerin gelişmeleri için mühendislik uygulamaları Fen Bilimleri eğitiminde önemli bir yer tutmaktadır. Mühendislik insanların ihtiyaç ve problemlerini gidermek için gelişen bir süreci ifade ederken, teknoloji ise insanların ihtiyaç ve isteklerini yerine getirebilmek için dünyada görülen değişimler anlamına gelmektedir (MEB, 2018). Günümüz gereksinimleri ve ileriye dönük eğitim ihtiyaçları dikkate alındığında; öğrencilerin, günlük sorunlarını çözebilmeleri ve toplumun her alanında nitelik ve standartlarını yükseltebilmeleri için gereken beceriler önem kazanmaktadır (Şahin, Ayar ve Adıgüzel, 2014). Bir sonraki bölümde araştırmada yer alan ve öğrenciler için gerekli olan becerilere yönelik açıklamalar yer almıştır.

2.1.1. Mühendislik Becerileri ve Önemi

Öğrencilerin gerek aile gerekse sosyal toplum içerisinde sahip oldukları yetenekler ve mühendislik beceri potansiyelleri fark edilmeli ve geliştirilmelidir (EIE, 2017). Mühendislik becerileri, çocukların yaratıcı düşüncelerini ve gözlem becerilerini geliştirmektedir. Bu beceriler gelişirken, mühendislik bir tasarım süreci olarak anlamlandırılmalı ve kazanılan becerilerin tasarım sürecine olan katkısı incelenmelidir (Cunningham, Lachapelle ve Davis, 2018). Mühendislik Becerilerinden biri olan “*plan yapma*” mühendislik tasarım sürecinin en önemli basamağını oluşturmaktadır. Öğrenciler plan yapma basamağında eleştirel dönütler ile birlikte tasarım planlarını zenginleştirebilir ve bu sayede öğrencilerin, grup arkadaşlarıyla iletişim becerileri aktif kalmaktadır (Lantz, 2009). Ayrıca mühendislik becerilerine sahip olan öğrencilerin sınıf ortamında ortaya çıkacak herhangi bir problemin tek bir doğru cevabı olmadığını daha kolay anladıkları ve bu durumu daha kolay bir şekilde ifade edebildikleri görülmektedir (Murphy, 2011).

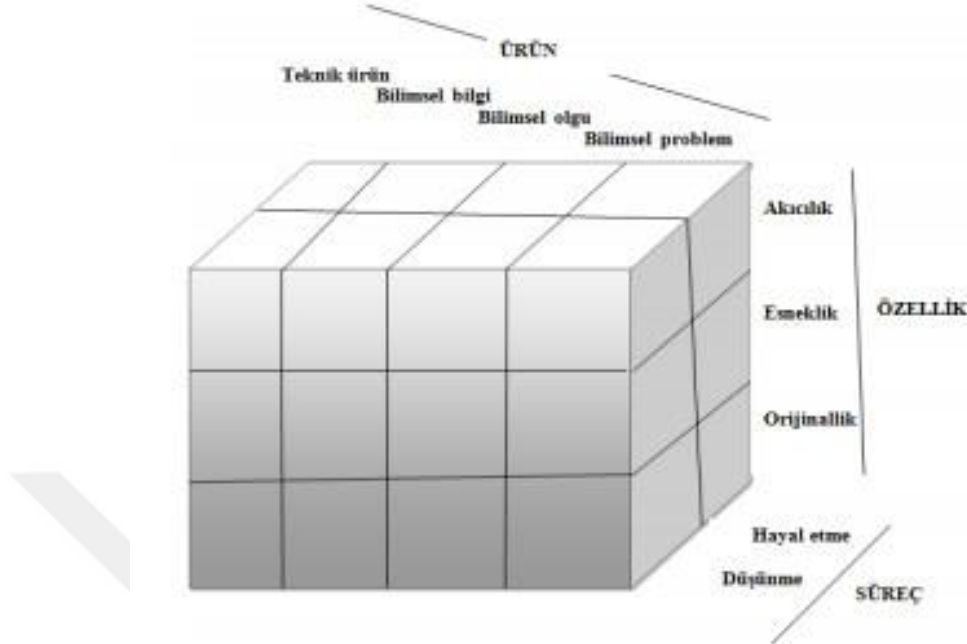
Mühendislik becerileri öğrencileri daha özgür düşünen, iletişime odaklı, işbirlikli çalışmaya güdülenmiş ve bunların ötesinde disiplin faktörünü çalışmalarına yansıtabilen bireyleri oluşturmayı amaçlar (Yager, 2015). Ayrıca mühendislik becerilerini açığa çıkararak çalışmalar yapan öğrencilerin yaratıcılıklarının ve hayal etme becerilerinin, mühendislik becerileri çalışmalarına katılmayan öğrencilerden daha gelişmiş olduğu görülmüştür (Dass, 2015). Buradan yola çıkarak mühendislik becerilerine sahip olan öğrencilerin bir şeyleri yapmak için farklı şekillerde düşünme becerilerine sahip olduğu ve bu becerilerin var olan problemi çözmeye önemli bir rolünün olduğu görülmektedir (EIE, 2017). Ayrıca Pitt (2009) öğrencilerin mühendislik temelli mesleklere

yönelmelerinde ve bu bölümlere karşı ilgilerinin artmasını sağlamada mühendislik becerilerinin önemini olduğunu ifade etmiştir.

2.1.2. Bilimsel Yaratıcılık Becerileri

Günlük yaşamda karşılaşılan her türlü problemin çözümünü aramak ve yeni ürünler, yeni icatlar ve buluşlar ortaya koyabilmek için yaratıcı düşünce gerekli ve önemlidir. Bilimsel çalışmalara bakıldığında, bilimsel yaratıcılık birçok bilimsel süreçte tamamlayıcı bir rol oynamaktadır (Demir, 2014). Öğrencilerin yetişkin olduklarında, hem günlük yaşamlarında hem de akademik hayatlarında ihtiyaç duyacakları yaratıcılık becerilerini kazanmaları için, ilkokuldan başlayarak fen eğitimin her aşamasında bilimsel yaratıcılık becerilerini öğrencilere kazandırmak en önemli eğitim amaçlarından biri olmalıdır (Koray, 2003). Bilimsel yaratıcılık sayesinde öğrenciler herhangi bir problem üzerinde, o problemin içerisinde yer alan boşlukları ya da oluşturulabilecek farklı fikirleri görebilir, hipotezleri test edebilir ve elde ettiği verileri bilimsel yaratıcılık becerilerine bağlayarak açıklayabilir (Dass, 2004). Ayrıca Bilimsel Yaratıcılık, yeni ve özgün adımlar atmak için yardımcı olan en önemli unsurlardan biridir. Bilimsel bilgi birikimini, yeni fikirleri ve bilimsel bilgiye eklenen yeni kavramları anlama, yeni kuramları formüle etme, yeni yasaları ortaya çıkaracak deneyler oluşturma, bilimsel araştırmaların içerikleri anlama ve araştırmaları bilimsel olarak tanımlayabilme gibi birçok alanda yer edinmektedir (Aktamis ve Ergin, 2008).

Gomes (2005), bilimsel yaratıcılığı çoklu bakış açısı kazanma ve özgün fikirler üretebilme sürecinin tümü olarak tanımlarken, Kadayıfçı (2008), yaratıcılığı herkesin aklına gelemeyen esnek, akıcı ve orijinal fikirler olarak ifade etmektedir. Yaratıcılığı sadece bireylerin kendileri ile sınırlandırmamış ve yaratıcılığın bulunan çevre ile birlikte şekillendiğini belirtmiştir. Ayrıca bilimsel yaratıcılık özgünlük ve vizyon sahibi olma gibi kavramları da içeren, tam olarak tanımlanması karmaşık olan bir beceri olarak ifade edilmiştir (Lester, 2011).



Şekil 2.1. Bilimsel Yaratıcılık Modeli (Hu ve Adey, 2002)

Şekil 2.1'deki modelde bilimsel yaratıcılık; ürün, süreç ve özellik olmak üzere üç boyutta gözlenmektedir. Bu çalışmada öğretmen adaylarının hayal güçlerini ve düşünme becerilerini ortaya koymuş oldukları alan şeklinde yer alan süreç kısmını oluşturmaktadır. Çalışmada yer alan bilimsel bir problem, hipotez ve olgular ürünü oluştururken; bu ürünün sahip olduğu akıcılık, esneklik ve orijinallik boyutları ürünün sahip olduğu özellikleri ifade etmektedir

2.2. STEM Eğitimi Yaklaşımı

21. yy ile birlikte değişen dünya, eğitimdeki teorik bilgilerin uygulamaya geçilmesinde de bu değişimi göstermektedir. Eğitimde görülen bu değişim teknoloji gibi birçok etmenden kaynaklı olmakla birlikte 21. yy becerilerine uyum sağlamayı hedeflemektedir. 21. yüzyılda bireylerle, toplumlarla ve eğitimle ilgili verilecek kararlar bilimsel ve teknolojik anlayış ile giderek daha fazla çözümlenmektedir. STEM kısaltmasının, nasıl yorumlandığına ve hangi amaçla bu kısaltmanın kullanıldığına bağlı olarak STEM'in çeşitli anlamlar uyandıran bir kısaltma olduğunu belirtmiştir. Genel olarak STEM kısaltmasının, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarının örneklendirilmesi ile oluştuğu görülmüştür (DeCoito, Steele ve Goodnough, 2016). STEM eğitimi, öğrencileri dört özel disiplinde (bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik) eğitme fikrine dayalı, yaparak yaşayarak öğrenme ile birleştirilen disiplinler arası ve uygulamalı bir öğretim modelidir (Riera, Emprin, Annebicque,, Colas ve Vigário, 2016). STEM eğitimi gelişmiş ülkeler kadar gelişmekte olan ülkeler de dahil olmak üzere, bir ulusun dünya üzerindeki refahı ve güvenliği için

önemli bir unsur olarak kabul edilmiştir (Li, 2014). Eski ABD Başkanı Barack Obama STEM'in ulusların kendi bünyelerinde gelişip yükselmeleri için önemli bir rolü olduğunu; ayrıca STEM eğitiminin, Birleşik Devletlerin uluslararası liderliğini korumasında; enerji, sağlık, çevre koruma ve ulusal güvenlik gibi birbirinden farklı alanlardaki güçlükleri bir araya getirip çözmeye önemli bir yere sahip olduğunu belirtmektedir (Gilmore, 2013). Gelişmiş ülkelerden biri olan ABD'de STEM eğitimi bir devlet eğitim politikası haline gelmiştir ve ABD Başkanı Barack Obama geleceğin liderlerinin öğrencilerin STEM alanlarında nasıl eğitileceğine bağlı olduğunu söyleyerek, STEM eğitiminin önemini vurgulamıştır (Akgündüz, Aydeniz, Çakmakçı, Çavaş, Çorlu, Öner ve Özdemir, 2015). Belirtildiği gibi STEM, ulusların gençlerinin geleceği açısından hayati bir önem taşımaktadır (Gilmore, 2013). STEM'e katılıma odaklanmaya devam edilirse Amerika Birleşik Devletleri'nin 21. Yüzyılda yeni fikirler, yeni ürünler ve tamamen yeni sanayi yaratacak bir bilim adamı, teknoloji uzmanı, mühendis ve matematikçi kuşağını göreceğini belirtmektedir. Bunların yanı sıra STEM bilimsel, teknolojik, mühendislik ve matematiksel bilgi edinmek ve STEM ile ilgili konularda kullanmak, STEM disiplinlerinin özelliklerini sorgulama, tasarım ve analiz gibi insan ürünlerinin biçimleri olarak kavrayabilmeyi ve kullanabilmeyi ifade eder (Bybee, 2010).

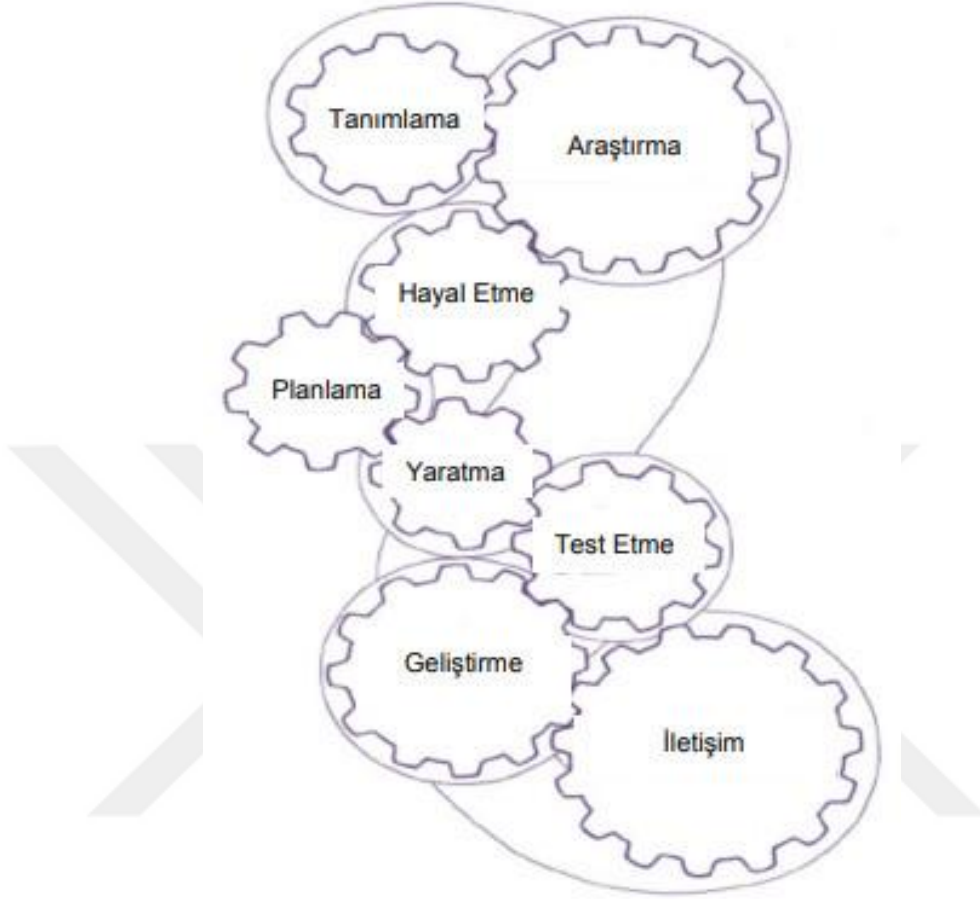
STEM disiplinlerinden teknoloji ve mühendisliği gerektirmeyen bir hayat düşünülemez. STEM eğitiminin mühendislik bileşeni sadece çözümler üzerinde durmaz, ancak çözümlerin sürecini ve tasarımını vurgular. Bu şekilde öğrenciler matematik ve fen bilimlerini daha kişisel bir şekilde keşfedebilir ve akademik hayatlarında ve yapacakları çalışmaları boyunca kullanılabilecekleri eleştirel düşünme becerilerini kapsar. Öğrenciler sorunları keşfetmek ve çözmek için mühendislik disiplinini kullanabilirler. STEM modelinin içerisinde yer alan; bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinleri birbirlerini desteklemekte ve bir disiplin diğer bir disiplinin anlaşılmasında önemli bir rol oynamaktadır (Ceylan ve Ozdilek, 2015). Fakat Nadelson ve Seifert (2017), STEM'in tamamen entegre bir eğitim olmadığını belirterek, STEM disiplinlerinin birbirlerinden ayrı olarak da başlı başına bir öğretim modeli olduğunu ifade etmiştir. Buradan yola çıkarak STEM ile ilgili birbirinden farklı görüşlerin yer aldığını ve bu görüşlerin ışığında STEM çalışmalarının daha geniş çaplı tutulması gerektiği ve çalışmaların çeşitlilik göstermesinin önemli olduğu ifade edilmiştir (Dass, 2015).

2.3. Fen Eğitiminde Mühendislik Tasarım Süreci

STEM eğitiminde 'E' disiplini olarak yer alan "Mühendislik" öğrencilerin ders motivasyonlarına ve başarılarına önemli bir katkı sağlamaktadır. Mühendislik kaçınılmaz olarak STEM eğitiminin diğer disiplinlerinden olan teknoloji ve matematiği de kapsayan geniş bir bağlamdır (Dugger, 2010). Araştırmacılar ve mesleki kuruluşlar, matematik ve fen derslerinde mühendislik uygulama sürecinin dahil edilmesi için bazı gerekçeler sunmaktadırlar (Roehrig, ve diğerleri, 2012):

1. Mühendislik, matematik ve fen öğrenmek için gerçek dünya ile bir bağlam sağlar.
2. Mühendislik tasarımın görevleri, problem çözme becerilerini geliştirmek için bir bağlam sağlar.
3. Mühendislik tasarımı görevleri karmaşıktır ve bu nedenle, mühendislik iletişim becerilerinin gelişmesine ve takım çalışmasına teşvik eden bir disiplindir.

Mühendislik tasarımı günlük hayatta karşılaştığımız zorluklara ve bu zorlukların oluşturmuş olduğu gerçek problemlere dayanır. Bu nedenle STEM eğitimi için ideal bir temel oluşturur. Buna ek olarak, bir mühendislik tasarımı sürecindeki gerçek problemlere iyi tanımlanmış bir çözüm bulunmuş olsa da, bu problemlerin; tek, özel, değişmez bir çözümü yoktur. Öğrencilerin mühendislik tasarımı süreci içerisinde yapmış oldukları tercihlere bağlı olarak olası birçok çözüme ulaşmak mümkündür. Mühendislik tasarımı farklı performans hedeflerini (örneğin, maliyeti en aza indirmek, tasarımın benzersizliğini arttırmak gibi) içermektedir (Barroso vd., 2016). Mühendislik tasarımı, karmaşık ve gerçek dünya ile ilişkili olan problemleri çözmek için öğrencilerin yeteneklerini ve becerilerini geliştirebilecek çok yönlü çözüm yollarına odaklanan bir disiplin tasarımıdır (English ve King, 2015).



Şekil 2.2. Mühendislik Tasarım Süreci (EIE [Engineering is Elementary], 2013)

Şekil 2.2'de görüldüğü üzere Mühendislik tasarım süreci 8 farklı basamaktan oluşmaktadır. Bunlar; tanımlama, araştırma, hayal etme, planlama, yaratma, test etme, geliştirme ve iletişim basamaklarıdır. Mühendislik tasarım süreci basamakları bir hedef, bir problem etrafında şekillenmektedir. Mühendislik tasarım süreci basamaklarının başlamasını sağlayan hedef ise bir teknoloji geliştirerek var olan problemi çözmek olarak tanımlanmıştır. Plan yapma basamağında; ölçütler, sınırlılıklar ve bilim bilgisi içerikte yer alırken, hayal etme basamağında beyin fırtınası yapıldığı fakat bu basamakta değerlendirmelerin olmadığı belirtilmektedir (EIE, 2013). Bu noktada sürece yönelik bütüncül bir bakış açısı sağlamak amacıyla mühendislik tasarım süreci bağlamında tanımlanan adımlar ile bu adımlarda yürütülen işlemler belirlenmiştir. Mühendislik tasarım sürecinin her bir aşaması için bilgi edinilmesi gerektiği ifade edilmektedir. Bir mühendislik tasarım basamağı hakkında bilgi edinilmeden yeni bir basamağa geçilemeyeceği belirtilmektedir (Howard, Culley ve Dekoninck, 2008).

2.3.1. Mühendislik Tasarım Problemin Belirlenmesi

Mühendislik Tasarım sürecinde bir ürün ortaya çıkarmak için öncelikle bir problemin açığa çıkması gerekir. Bu problem veya fikir, insanın ihtiyaçlarını ortaya çıkarmaktadır. Bu ihtiyaçlar tanımlanırken ilk önce çevremizdeki insanları veya kendimizi rahatsız eden bir takım olayların listelenmesi gerekmektedir (Bybee, 2010). Problemin belirlenebilmesi için öğrenciler kendilerine üç farklı soru sormalıdır. Bunlar; “Problem olan durum nedir?” “Bu problem kime aittir ve problemin ihtiyacı olan yanıt nelerdir?” “Problemin çözülmesi neden önemlidir?” sorularından oluşmaktadır (NRC, 2012).

2.3.2. Mühendislik Tasarım Problemi Olası Çözümlerin Araştırılma Süreci

Arka plan araştırması, mühendislik tasarım sürecindeki en önemli basamaklardan biri olarak görülmektedir. Çünkü arka plan araştırması ile daha önce yapılmış olan çalışmaların güçlükleri ve kolaylıkları, hataları ve doğrulukları öğrenilebilir, yeri geldiğinde tekrarlanabilir veya bu çalışmalardan önemli dersler alınabilir (Ceylan ve Özdilek, 2015). Mühendislik Tasarım araştırma sürecinde problem için araştırılan çözüm yollarından birçok kriteri aynı anda karşılayan, sürece uyumlu ve kullanışlı olan bilgiler toplanmalıdır ve bu bilgilerden sürece katkı sağlayacak yöntemin olası çözümlerin güçlü yanlarını uygun şekilde bir araya getirecek yöntem olmasına özen gösterilmelidir (Bybee, 2010).

2.3.3. Mühendislik Tasarım Süreci Hayal Etme ve Planlama Basamakları

Bu basamakta bireyler inşa edecekleri ürünlerini hayal ederler. Hayal etmiş oldukları ürünün nasıl gerçekleşeceğine yönelik bir plan yaparlar ve tasarımı inşa etme aşamasına geçerler. Ayrıca bireyler planlama aşamasında ürün için kullanacakları materyalleri sıralar ve bu materyallerin maliyetlerini ve sınırlılıklarını belirler (Pekbay, 2017).

2.3.4. Mühendislik Tasarımı En Uygun Çözüm Yolunun Belirlenmesi

Mühendislik tasarım problemlerinde kriterleri karşılamamanın ve problemlere çözüm bulmanın en önemli yolu olası her bir çözümün tasarımın gereksinimlerini karşılayıp karşılamadığını incelemektir (Sanders, 2009). Diğer çözüm yollarından çok daha iyi bir iş çıkarmış çözümlerin göz önüne alınması ve gereklilikleri karşılamayan çözüm yollarının elenmesi ile süreç devam edilmektedir. Çözüm yolunun belirlenmesinde bazı kriterler hemen hemen her tasarım için geçerlidir (Hynes, Portsmouth, Dare, Milto, Rogers, Hammer ve Carberry, 2011). Mühendislik Becerilerine sahip olan öğrenciler hangi olası çözümün uygulanacağını seçerken; estetik, sağlık,

estetik, maliyet, kaynaklar, zaman, beceri ve güvenlik evrensel tasarım kriterlerini dikkate almalıdırlar (EIE, 2017).

2.3.5. Mühendislik Tasarım Ürünü Oluşturma, Test Etme ve Geliştirme Basamakları

Mühendislik Tasarım ürünü oluştururken maliyeti daha ucuz ve yapım aşaması problemin tüm çözüm kriterlerine uyan yöntemlerle gerçekleştirilir. Prototipler, çözüm yolunun nasıl çalışacağını test etmenizde ve kabul edilebilir bir ürünün ortaya çıkmasında sürece yardımcı olan en önemli basamaklardan biridir (Sanders, 2009). Araştırma sürecinde üzerinde çalışılan prototip; probleme çözüm üretecek, genellikle maliyeti uygun, çalışılması kolay, anlamlı ve test edilebilen ürünleri temsil etmektedir. Prototipler, çözümün nasıl çalışacağını test eden ve geri bildirim ile ortaya çıkan ürünü eleştirip geliştirmeyi sağlayan bir süreç döngüsünün ürünüdür (Barroso ve diğerleri, 2016). Mühendisler ve mühendislik becerilerine sahip öğrenciler bu aşamada kriterlere ve sınırlılıklara uygun planlar yaparak prototip oluştururlar. Bu aşamada prototiplerin başarısını değerlendirmek için ortaya çıkan ürünler test edilmeli ve kriter ve kısıtlamalar dikkate alınarak, prototipler üzerinde iyileştirmeler gerçekleştirilmeli ve her iyileştirme sonrası prototipin test etme süreci tekrarlanmalıdır (EIE, 2017). Ayrıca tasarımlar üzerinde eklemek ve çıkarılmak istenen özellikler ile ürünün gelişmesi sağlanabilir ve bu şekilde Mühendislik Tasarım Uygulamaları döngüsü tekrar edilebilir (Roehrig vd., 2012).

2.3.6. İletişim

Mühendisler araştırma süreci boyunca tasarım grupları halinde birbirlerinden yardım alarak çalışırlar (Hynes ve diğerleri, 2011). Süreç boyunca iletişime önem verilir ve özellikle ürünün planlama aşamasında grup üyeleri birbirlerinin fikirlerine önem verirler ve test etme ve değerlendirme basamaklarında grup üyeleri kararlarını tartışarak bir sonuca bağlarlar. Mühendislik Tasarım sürecinde yer alan “*iletişim*” tasarım sürecinin ilerlemesi, ürünün oluşturulması ve o ürünün değerlendirilmesi aşamalarında gerçekleşmektedir (Kıncal ve diğerleri, 2007). İletişim basamağı elde edilen mühendislik tasarım ürününün eleştirilmesi, test edilmesi ve değerlendirilmesi gibi adımlarda belirleyici olmakta ve iletişim basamağı mühendislik basamağını bu şekilde aktif kılmaktadır (NRC, 2012).

2.4. Mühendislik Tasarımına Dayalı Fen Eğitimi ve 5E Yöntemi

Araştırmalar Mühendislik Tasarım odaklı öğretim ile ilgili olarak öğretmenlerin karşılaştıkları bazı zorlukların olduğunu göstermektedir. Öğretmenlerin; bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinleri arasındaki anlamlı ilişkiyi öğrencilerin anlayacakları şekilde nasıl öğreteceklerini kavramada zorluk yaşadıkları belirtilmektedir (Topalsan, 2018). Ayrıca öğretmenler, günlük hayatta karşılaşılan problem çözümlerinin; bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin içerisinde yer alan mühendislik tasarım süreçleri ile elde edilebileceğini öğrencilere aktarmakta zorlandıkları ifade edilmektedir (Marulcu ve Sungur, 2012). Mühendislik Tasarım Temelli eğitimi etkili bir şekilde öğrencilere öğretmek için bu iki zorluğun aşılması gerekmektedir. Öğretmenlerin bu zorlukları etkili bir şekilde çözebilmeleri için farklı, çağdaş ve çağa ayak uydurabilecek öğretim modellerine ihtiyaçları vardır (NAE ve NRC, 2009). Literatürlerde STEM ve Mühendislik Tasarım Uygulamaları "*Gerçek hayattaki problemleri çözebilmek için bilginin kullanılması*" tanımını sağladığından, öğretmenlere ve öğrencilere yönelik etkili olacak STEM odaklı bir öğretim, gerçek hayat problemlerini, soru ve sorunları kendi içerisinde toplamış bir modeli içermelidir (Dass, 2015). STEM ve Mühendislik Tasarım modelinin benimsemiş olduğu, gerçek hayattaki problemlerin çözümüne benzer bir yöntemle yaklaşan 5E modeli ise; problem çözme, güdüleme, iletişim, sistematik düşünme, fen biliminde akıl yürütme, tartışma gibi bilimsel öğrenme çıktılarını içermektedir. Buradan yola çıkarak STEM, Mühendislik Tasarım ve 5E modelinin anlamlı bir ilişki içerisinde olduğu görülmektedir (Bybee, 2009). 5E öğretim modeli STEM odaklı öğretim için gerekli görülen, bilimsel ve mühendislik uygulamaları sürecine aktif bir şekilde dahil edilebilen bir döngüden oluşmaktadır (Dass, 2015). Öğrenme etkinlikleri modelleri içerisinde en çok kullanılan modellerden biri olan 5E öğrenme döngüsü modeli, Bybee (1997) tarafından geliştirilmiştir (Aksoy ve Gürbüz, 2013). 5E öğrenme döngüsü modeli basamakları (dikkat çekme, keşfetme, açıklama, derinleştirme ve değerlendirme) modern eğitim anlayışında öğrencilerin bilgiye kendilerinin ulaşmasında yardımcı olmaktadır. 5E öğrenme modeli, öğrencilerin öğrenmelerini kolaylaştırmak için öğretmenlerin öğretmeye anlamlı bir şekilde yaklaşımını sağlamıştır (Bybee, 2014). 5E öğrenme modeli, daha çok araştırma odaklı yapılandırmacı öğrenme üzerinde duran ve deneysel aktiviteleri içeren bir fen dersi öğretim modelidir. Öğrencilerin aktif olduğu bu öğretim modelinde öğrencilerin yaparak yaşayarak öğrenmeyi gerçekleştirdikleri görülmektedir (Dikici, Türker ve Özdemir, 2010).

Tablo 2.1.

5E Öğrenme Modelinin Aşamaları ve Mühendislik Uygulamaları (Dass, 2015).

5E Öğrenme Modeli	
Döngüsünün Basamakları	Mühendislik Uygulamaları
GİRİŞ	<i>Soru sorma Problemleri tanımlama</i>
KEŞFETME	<i>Model geliştirme ve kullanma Test edilebilir hipotezler tasarlama Planlama ve araştırma yapma Verileri toplama, analiz etme ve yorumlama Matematiksel ve bilimsel düşünme</i>
AÇIKLAMA	<i>Verileri analiz etme ve yorumlama Açıklamalar oluşturma ve kanıta dayalı argümanları eleştirmek Çözüm tasarlama Bilimsel bilgiyi iletme ve yorumlama</i>
DERİNLEŞTİRME	<i>Mühendislik tasarım bilgisini uygulama ve kullanma</i>
DEĞERLENDİRME	<i>Mühendislik tasarım bilgisini uygulama ve kullanma</i>

Tablo 2.1’de görüldüğü üzere 5E modelinin öğrenme evrelerinin karşılığında mühendislik uygulamaları basamakları bulunmaktadır. İlgi çekme safhasının karşılığında soru sormak ve sorunları tanımlamak bulunurken, keşif aşaması karşılığında model geliştirme, test edilebilir hipotezler kurma, planlama ve yürütme, araştırmalar yapma, veri toplama, analiz etme ve yorumlama basamakları bulunmaktadır. Keşif aşamasında görüldüğü üzere mühendislik uygulamaları, süreç içerisinde matematik hesaplamalarını kullanmanın önemini belirtmiştir. Açıklama safhasının karşılığında bulunan eleştirilere ve kanıtlara dayalı argümanları eleştirme aşaması devamında bu argümanlara karşı çözüm tasarlama basamağı olarak devam etmektedir. Açıklama safhası bağlamında bulunan bir başka önemli aşamanın ise bilimsel bilgi hakkında karşılıklı iletişim içerisinde olmanın önemi olduğu görülmektedir. Derinleştirme ve değerlendirme basamağı ise mühendislik uygulamaları içeriğinde kendisini STEM bilgisini uygulama ve kullanma aşaması ile temsil etmektedir (Dass, 2015).

Ayrıca sorgulamaya dayalı öğrenme ile yeni kazanılan tecrübelerin anlamlı hale geldiği görülmektedir. 5E öğrenme öğrenme modeli ile geleneksel öğretim yöntemlerinin aksine öğrencilerin ön bilgilerini dikkate alınmakta ve öğrenciyi süreçte aktif tutmak için öğrencinin bilgiye kendisinin ulaşması sağlanmaktadır (Özmen, 2004).

2.5. Mühendislik Tasarım Uygulamalarında Fen Bilimleri Öğretmeninin Rolü

Öğrencilerin yaratıcılıklarının gelişmesi ve eleştirel düşünmeye açık olmaları için fen bilimleri öğretmenin önemi çok büyüktür. Fen öğretmenin de sahip olması gereken bazı özellikler vardır. Öğretmenler, öğrencilerine doğru rehberlik edebilmeyi tam olarak bildiklerinde, öğrencilerine karşı olumlu bir tutum ile yaklaşır. Bu sebeple, fen öğretmeni öğrencilerinin gelişim özelliklerini ve bireysel farklılıklarını dikkate almalıdır. Fen bilimleri öğretmeni fen öğreniminde öğrencilerinin düşünen, eleştiren, aktif öğrenen bireyler olmaları için öğrencilerin yeteneklerinin farkına varmalarını sağlamalıdır (Akpınar ve Ergin, 2005).

Eroğlu ve Bektaş (2016) yapmış oldukları çalışmada STEM eğitimi almış fen bilimleri öğretmenlerinin STEM hakkındaki görüşlerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda öğretmenler STEM'i tanımlarken; STEM'i mühendislik alanı ile kıyaslamışlar ve süreç içerisinde matematiği çok fazla kullanmadıklarını fakat gerçekleştirmiş oldukları modellerde teknolojiyi kullandıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca bütün mühendislik alanlarını ve mühendislik ihtiyaçlarını kapsamasa da öğretmenler fen bilimleri dersinde mühendislik sürecini kullanabilmek için kendilerini yeterli görmediklerini ifade etmişlerdir (Marulcu ve Sungur, 2012). Mühendislik Tasarım Uygulamaları boyunca öğretmen adaylarının etkili bir süreç yaşayabilmeleri için öncelikle kendilerinin bu süreci çok iyi anlamaları gerekmektedir (Marulcu ve Sungur, 2015).

Bers ve Portsmore (2005) yapmış oldukları çalışmada öğretmen adaylarının mühendislerin insanlarla uyumlu çalıştıklarını, matematik ve teknolojik becerilerinin de gelişmiş olduklarını düşündükleri görülmüştür. Ayrıca öğretmen adayları da mühendislik uygulamalarının hem öğretmen hem de öğrenciler için önem teşkil ettiğini ifade etmiştir. Fen Bilimleri öğretmenlerinin Mühendislik Tasarım Uygulamalarına hakim olmaları, süreç boyunca öğrencilere de rehberlik yapabilecekleri anlamına gelmektedir ve bu sayede öğrenciler süreç içerisinde kendilerini yalnız hissetmemiş olurlar (Nadelson, Callahan, Pyke, Hay, Dance ve Pfiester, 2013).

2.6. İlgili Araştırmalar

İlgili araştırmalar başlığı altında alan yazından sonra elde edilen mühendislik tasarım sürecine, bu süreçte öğretmen adaylarının almış oldukları eğitimlere, öğretmen adaylarından alınan görüşlere ve bu süreci etkileyen etmenlere yönelik çeşitli araştırmalara yer verilecektir. Yapılan literatür araştırmasında son zamanlarda ülkemizde tasarım temelli fen eğitimine, bu eğitimin basamaklarına ve STEM adı altında verilen eğitimlere yönelik çalışmalarda bir artış olduğu görülmektedir. Özellikle STEM adı altında yapılan araştırmaların daha çok temel düzeyde yapılan

çalışmalar olduğu dikkat çekmiştir. Bu başlık altında öğretmenler ve öğretmen adayları ile yürütülmüş çalışmaların sunulması uygun bulunmuştur.

2.6.1. Öğretmen ve Öğretmen Adayları İle Gerçekleştirilen Mühendislik Tasarım Uygulamalarına İlişkin Çalışmalar

Chappell ve Craft (2009) yapmış oldukları çalışmada, bilim, teknoloji ve sanatın bütünleşik olduğu bir programdan yola çıkarak, “Yaratıcı fen öğretimi laboratuvarları - III” dersinde öğretmenlerin bilimsel açıdan gelişimlerini, yaratıcılıklarını ve yaratıcı öğrenmenin önemini dikkate almayı amaçlamışlardır. Yaratıcı öğretilme ve öğrenmenin devamlılığını sağlayan bu araştırmanın verilerinin değerlendirilmesi sonucunda öğretmenlerin bilimsel açıdan verdikleri yanıtların gelişme gösterdiği görülmektedir.

Hynes (2012) tarafından mühendislik tasarım süreci ile ilgili hiçbir eğitim almamış 6 ortaokul fen öğretmeni ile gerçekleştirilen bu çalışmada, ortaokul fen öğretmenlerinin öğretilim yöntem ve tekniklerini, pedagojik bilgileri ve Mühendislik Temelli eğitimler ile birleştirilerek mühendislik tasarım süreci anlayışlarını açığa çıkarmayı ve geliştirmeyi amaçlamaktadır. Bu amaçla, ortaokul fen öğretmenlerine mühendislik tasarım sürecinin sekiz aşaması ABD'nin Massachusetts eyaleti konu ve içerik standartlarına bağlı kalınarak anlatılmıştır. Daha sonra öğretmen adaylarının mühendislik tasarım sürecinin aşamalarını derslerinde öğrencilerine ne şekilde uyguladıklarını incelemek için videoya kaydedilmiş ders oturumları gerçekleştirilmiş ve öğretmenlerin görüşleri alınıp elde edilen veriler analiz edilmiştir. Uygulamalar sonucunda öğretmenlerin mühendislik tasarım süreci ile ilgili geniş bilgilere sahip oldukları görülmüştür. Ancak öğretmen adaylarının sınıf içi mühendislik tasarım süreçlerinde mühendislik tasarım süreç basamağının iki adımında zorlandıkları belirtilmiştir. Bu basamaklar; prototip oluşturma ve yeniden tasarlama olarak ifade edilmiştir. Öğretmenler bu iki adımı daha önceki öğrenim hayatlarında deneyimlemedikleri için süreçte zorlandıklarını ve öğrencilerine aktarmada da güçlük çektiklerini ifade etmişlerdir.

Marulcu ve Sungur (2012) yapmış oldukları çalışmada fen bilimleri öğretmen adaylarının mühendislik algılarını ve mühendislik dizayna bakış açılarını belirlemeyi amaçlamışlardır. Araştırma 44 son sınıf fen bilimleri öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. Araştırma sürecinde öğretmen adaylarına mühendisliğin önemi ve özelliklerine ilişkin açık uçlu sorular sorulmuştur ve mühendislik dizaynına ilişkin serbest çizim içeren anket aracılığıyla veriler toplanmıştır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda öğretmen adaylarının fen bilimleri dersi için mühendisliğin önemli olduğunu kavradıklarını ifade etmişlerdir. Ayrıca öğretmen adayları fen bilimleri öğretilim

programında mühendislik tabanlı derslerin göz ardı edildiğini ve mühendislik becerilerinin fen bilimleri öğretim programına göre düzenlenmesinin gerekli olduğunu belirtmişlerdir.

Corlu ve diğerleri (2014) yapmış oldukları çalışmada bütünleşik öğretmenlik bilgisinin üzerinde durmuş ve bu çalışmada Mühendislik Temelli eğitimin bir çerçeve etrafında fen bilimleri öğretmenlerine tanıtılması amaçlanmıştır. Çalışmada STEM öğretmenlerinin Türkiye'deki çalışmalarının etkililiği ele alınmıştır. Öncelikle STEM öğretmenlerinin okullarda uygulama yaparken almış oldukları mevcut eğitim sisteminin zayıf olduğu belirtilmiştir. Özellikle STEM öğretmen eğitmenleri üniversitelerdeki öğretmen yetiştirme eğitim müfredatını, STEM'in pedagojik içerik bilgilerini göz ardı ettikleri için eleştirmektedir. Ayrıca çalışmada, OECD'nin uluslararası araştırmalarında Türkiye'deki iyi eğitilmiş öğretmenlere olan ihtiyacın uluslararası ortalamanın iki katı olduğunu ortaya çıkardığı görülmektedir. STEM eğitiminin gelecekte önemli bir yere gelebilmesi için öğretmen eğitimi programlarının, hizmet öncesi matematik ve fen öğretmenlerine daha fazla mesleki uygulama imkanı sağlanması gerektiği belirtilmiştir.

Sungur-Gül ve Marulcu (2014) yapmış oldukları araştırmada fen bilimleri öğretmen adayları ve fen bilimleri öğretmenlerinin mühendislik dizaynına ve ders materyali olarak legolara karşı bakış açılarını belirlemeyi amaçlamıştır. Araştırmada 26 fen bilimleri öğretmen adayı ve 22 fen bilimleri öğretmeni yer almıştır. Araştırmanın verileri mühendislik dizayn etkinlikleri öncesi ve sonrasında anket, serbest çizim ve mülakat ile toplanmıştır. Verilerin değerlendirilmesi sonucunda öğretmen adaylarının mühendislik temelli uygulamalar hakkında pek bilgi sahibi olmadıkları ve bu sebeple mühendislik tasarım temelinde gerçek sınıf ortamlarında ders materyali olarak Legoları kullanabilecek düzeyde bir temele sahip olmadıkları belirtilmiştir.

Mühendislik Tasarımı uygulamalarına karşı fen bilimleri öğretmenlerinin görüşlerini almayı amaçlayan bir başka çalışma Ames, (2014) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada öncelikle nitelikli bir mühendislik tasarımı eğitimi verilebilmesi için fen bilimleri öğretmenlerinin mühendislik tasarımı eğitimi almaları gerektiği belirtilmiştir. Bu amaçla yola çıkarak Ames bu çalışmada Utah'taki fen öğretmenlerinin mühendislik tasarımı uygulamalarını derslerinde öğrencilere öğretmeye hazır olup olmadıklarını incelemek istemiştir. Çalışma fen bilimleri öğretmenlerinin mühendislik tasarımı uygulamalarını öğretmeye hazır olup olmadıklarını; teknoloji ve mühendislik disiplinlerine hakim olup olmadıklarını ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır. Çalışma sonucunda öğretmenlerin mühendislik tasarımı dersine hazır hissetmedikleri görülmektedir. Bunun için mühendislik tasarımı öğretiminin fen bilimleri öğretmenliği eğitim programlarına dahil edilmesi gerektiği ifade edilmiştir.

Yıldırım ve Altun (2015) tarafından yapılan çalışmada öğretmen adaylarına STEM ve mühendislik tasarım temelli eğitim hakkında eğitim verilmiş ve mühendislik tasarım temelli eğitimin derslere entegrasyonu üzerinde durulmuştur. Ayrıca STEM eğitimini ve Mühendislik çalışmalarını desteklemek amacıyla çalışmaya üniversite 3. Sınıfta okuyan 83 fen bilgisi öğretmen adayı katılmıştır. Bu çalışma yarı-deneysel bir çalışmaya dayalı olarak yürütülmüştür. Bir grup deney grubu iken diğer grup kontrol grubu olarak çalışmada yer almıştır. Çalışmada, deney grubu STEM eğitimi ve mühendislik uygulamalarına göre ders işlerken; kontrol grubunda ise dersler normal sürecinde devam etmiştir. Çalışmanın uygulamalarından önce konular ile ilgili olarak öğrenme düzeyi testi uygulanmıştır. Çalışma sonucunda deney grubundaki STEM ve mühendislik eğitim uygulamalarına yönelik hazırlanan ders sonrasında öğrenme düzeylerinde anlamlı bir artışın olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçtan yola çıkarak, STEM eğitim uygulamalarının fen bilgisi laboratuvar dersinin öğrenme düzeyini arttırdığı görülmüştür. Bu çalışma sonucunda STEM eğitim ve mühendislik uygulamalarının öğrenme düzeyini arttırmada deney grubunun kontrol grubuna göre daha olumlu bir etki bıraktığı görülmüştür. Bu bulguların ışığında çalışma son olarak yurt dışında yapılan STEM eğitim ve mühendislik uygulamalarının incelenip karşılaştırmalarının yapılmasını ve betimsel sonuçlara varılmasını önermiştir.

Hacıoğlu ve diğerleri (2016) yapmış oldukları çalışmada fen bilimleri öğretmen adaylarının mühendislik tasarım temelli fen eğitimine ilişkin görüşlerini almayı amaçlamıştır. Bu çalışma kapsamında 42 üçüncü sınıf fen bilgisi öğretmen adayı ile 5 hafta boyunca çalışma yürütülerek, öğretmen adaylarına katılımcı görüş formu uygulanmış buradan elde edilen veriler nicel ve nitel analiz yöntemlerinden içerik analizi ile incelenmiştir. Öğretmen adaylarına büyük bir mühendislik tasarımı problemi etrafında 5 hafta boyunca süren minik tasarım problemleri sunulmuştur. 1. Hafta öğretmen adayları araştırma olarak “Malzemenin iletkenliği ve yalıtkanlığı” çalışması yapmışlardır. 2. Hafta öğretmen adayları araştırma olan “Sıcak içecek bardağı” çalışması yapmışlardır. 3. Hafta öğretmen adayları araştırma olarak “Elektrik iletkenliği ve materyallerin yalıtımı” çalışması yapmışlardır. 4. Hafta öğretmen adayları araştırma olarak “Elektrik enerjisinin ısı enerjisine çevrilmesi” çalışması yapmışlardır. Son olarak öğretmen adayları 5. Haftada sürecin en önemli mühendislik tasarım problemi olan “Giysi düzleştirici tasarımı” gerçekleştirmişlerdir. Öğretmen adaylarına uygulama sonunda çalışma sürecine yönelik olumlu olumsuz görüşleri olup olmadığı ve gelecekte bu uygulamayı çalışmalarında kullanmak isteyip istemedikleri sorulmuştur. Çalışmadan elde edilen bulgular sonucunda öğretmen adaylarının mühendislik tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarına yönelik olumlu görüşler belirttiği görülmüş ve öğretmen adayları gelecekte kendi sınıf ortamlarında da uygulamaları gerçekleştirmek istediklerini ifade etmişlerdir.

Sümen ve Çalışıcı (2016) tarafından çevre okuryazarlığı dersinde uygulanan STEM eğitimi hakkında öğretmen adaylarının zihin haritalarını oluşturmayı ve görüşlerini almayı amaçlayan nitel araştırma yönteminin kullanıldığı, durum çalışması kapsamında; fen, teknoloji, mühendislik ve matematik basamaklarını kapsayan uygulamalar sonrasında, öğretmen adaylarından zihin haritaları oluşturmaları istenmiş ve öğretmen adaylarından mühendislik tasarım temelli eğitime ilişkin görüşleri alınmıştır. Çalışmaya toplamda 42 öğretmen adayı katılmıştır. Öğretmen adaylarına, iki fen, bir matematik ve iki çevre mühendisliğinden, toplamda beş öğretim görevlisinden oluşan konferanslar ve bir panel çalışması gerçekleştirilmiştir. “Çevre kirliliğine giriş”, “Çevre kirliliğinin sonuçları”, “Farklı atık türleri için ayrışma süreleri”, “Geri dönüşüm, malzeme ve maliyet analizi”, “Atık yönetimi ve halkın bilgilendirilmesi” ve “Geri dönüşüm projesi geliştirme” konularının çevre eğitim kursu kapsamında öğretmen adaylarının eğitim alması sağlanmıştır. Çalışmalar sonucunda öğretmen adaylarının çevre okuryazarlıklarını, uygulamalar ile ilişkilendirdikleri görülmüş, ayrıca öğretmen adaylarının çalışmaların uygulanmasının kolay olduğunu, verimli ve eğlenceli bir çalışma süreci geçirdiklerini ifade ettikleri görülmüştür.

Tarkin-Çelikkıran ve Aydın-Günbatır (2017) tarafından Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (FeTeMM) eğitimi yaklaşımı temel alınarak dört farklı tasarım etkinliğiyle kimya öğretmenlerinin görüşlerinin alınmasını hedefleyen bu çalışmada, 13 kimya öğretmenin görüşleri alınmıştır. Bir durum çalışması olan bu çalışmada, toplam uygulama süreci altı hafta sürmüştür ve araştırmacı her uygulama sonrasında öğretmen adaylarının süreçle ilgili görüşlerini almıştır. Öğretmenlere ilk hafta FeTeMM eğitiminin ne olduğu tanıtılmıştır. İkinci ve üçüncü haftada ise öğretmenler ile “Soğuk kompres torbası tasarımı” yapılmıştır. 4. Haftada ise öğretmenler “İndikatör yapımı” üzerine çalışma yapılmıştır. 5. Haftada öğretmenler ile “Akvaryumdaki CO2 ölçümü” adlı çalışmayı gerçekleştirmişlerdir. Son olarak öğretmenler ile 6. Haftada “Elmasın kararmasının önlenmesi” adlı bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Tüm bu uygulamalar sürecinde araştırmacı, başka bir uzman tarafından geliştirilen mühendislik tasarım sürecini kullanmıştır. Uygulamalar ve öğretmenlerden her bir tasarım uygulaması sonrasında alınan görüşler aracılığıyla, öğretmenlerin süreç içerisinde, gerekli bilgiyi elde etmede, kullanılacak malzemeleri bulma ve kullanılacak malzemelere karar vermede, ayrıca ürünün nasıl tasarlanacağına karar vermede zorlandıkları belirtilmiştir. Ayrıca öğretmenler daha önce probleme dayalı, öğrenci merkezli bu şekilde geniş çaplı etkinliklerle daha önce deneyim yaşamadıkları için yaşadıkları deneyimlerin de yetersiz olması nedeniyle süreç içerisinde problemlere dair çözüm getirmekte zorluk yaşadıkları ifade edilmiştir.

Ring ve diğerleri (2017) tarafından öğretmen STEM algısının incelenmesi adına ilköğretim öğretmenleri için sorgulamaya dayalı STEM mesleki gelişim programı oluşturmayı amaçlayan bu çalışmada, 3 farklı araştırma sorusu yer almaktadır. Bu sorular öğretmenlerin almış oldukları eğitim sonucunda STEM etkinliklerine karşı tutumlarını, düşüncelerini ve mühendislik becerilerine karşı tutumlarını öğrenmek amacıyla araştırmada yer almıştır. Araştırmacılar 5. Sınıf öğretmenlerinin düzeyine uygun bir gelişim programı hazırlamışlardır. Bu program etkinliklerinin öğretmenler tarafından ders içi uygulanmasından sonra öğretmenlerin ders sonrası etkinlikleri değerlendirmelerinde anlamlı ve tutarlı artışlar olduğu ve STEM algılarının olumlu yönde geliştiği belirtilmiştir.

Topalsan (2018) tarafından öğretmen adaylarının geliştirdikleri mühendislik tasarım temelli fen öğretim etkinliklerinin incelenmesine yönelik olarak yürütülen bu çalışma kapsamında 45 öğretmen adayı ile 3 hafta boyunca 9 saatlik eğitim gerçekleştirilmiştir. Fen ve Teknoloji öğretimi-II dersi sürecinde verilen eğitimler sonrasında öğretmen adaylarının mühendislik tasarım sürecini dikkate alarak geliştirdikleri uygulamaların değerlendirilmesi dikkate alınmıştır. Fen ve Teknoloji öğretimi dersi sürecinde öğretmen adaylarına mühendislik tasarım süreci ile ilgili tüm kavramların kazandırılmış, bu alanda yapılan çalışmaların öğretmen adayları tarafından incelenmesi sağlanmıştır. Bu eğitimler sonucunda öğretmen adayları fen bilimleri programı kazanımlarına uygun bir konu bularak öğrencileriyle sınıf içi mühendislik tasarım temelli öğretim etkinlikleri gerçekleştirmişlerdir. Öğrenciler gruplara ayrılmış ve her bir grubun farklı bir konu ve çalışmayı gerçekleştirmesi amaçlanmıştır. Öğretmen adayları öğrencilerin çalışmalarını takip edebilmek için bir değerlendirme rubriği oluşturmuş ve öğrencilerin hangi basamaklarda takıldıklarını dikkatlice inceleyebilmiştir. Araştırma sonucunda öğretmen adayları problemleri tanımlama ve probleme özgü bir model oluşturmada “düşük nitelikte”, probleme yönelik ihtiyaçları ve materyalleri belirlemede, problemin çözümünü sunabilecek seviyeye gelme durumunda “yeterli” ve probleme uygun sınırlılıklar getirmede “mükemmel” niteliğinde performanslar göstermişlerdir. Araştırmacı, son olarak öğretmen adaylarının mühendislik tasarım temelli uygulamalar üzerinde daha fazla çalışma yapıp, donanımlı olmaları gerektiğini belirtmiştir.

Dani, ve diğerleri (2018) tarafından ortaokul fen bilimleri öğretmen adaylarına okul programı dışında yer alan mühendislik tasarım temelli etkinliklerin öğretimini kolaylaştırmaya çalışan bu çalışmada, ortaokul fen bilimleri öğretmen adaylarının okul ortamında ve okul saatleri dışında aldıkları eğitimlerle mühendislik tasarım temelli fen bilimleri öğretimi hakkında ne öğrendiklerini açığa çıkarmak amaçlanmıştır. Nitel yöntem ve durum çalışması olarak ele alınan bu araştırmaya toplamda 19-24 yaş arasındaki 50 öğretmen adayı katılımcı olarak yer almıştır.

Çalışmada öğretmen adayları istasyon tekniği ile birbirinden farklı çalışmalara dahil edilmiştir. Fen okuryazarlığı, okuma ve çalışma metotlarının raporlanıp değerlendirildiği istasyonlar oluşturulmuştur. Dönem boyunca her hafta öğretmen adaylarıyla gerçekleştirilen bu istasyon çalışmaları sonucunda, öğretmen adaylarının öğrencilerin mevcut fikirlerini önemsemede ve ders sürecini yönetmede yeterli zamana ihtiyaç duydukları sonucu elde edilmiştir.

Dailey ve diğerleri (2018) tarafından informal şekilde fen eğitimi alma fırsatını sağlayan, öğrencilerin fen ve mühendislik alanlarına yönelik ilgilerini teşvik etmek ve araştırma temelli eğitim yoluyla meraklarını arttırmak için özgün deneyimler sunmayı amaçlayan bu çalışmada, fen bilimleri öğretmen adaylarının da informal şekilde mühendislik tasarım süreci üzerine mesleki eğitim almalarını sağlayan bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma STEMulate Mühendislik Akademisi Kampı önderliğinde gerçekleşmiştir. Bu kamp mühendislik tasarım süreçleri hakkında bilgi edinmek isteyen öğretmenlere ücretsiz mesleki gelişim eğitim olanağı sunmuştur. 99 fen bilimleri öğretmeni ile gerçekleştirilen bu çalışma 26 saate kadar mesleki gelişim eğitimi sunmaktadır. Fen öğretmenleri ön eğitim çalıştaya katılabilir ve devam etmekte olan kampı gözlemleyebilirler. Bu kampın amacı, kamp deneyimlerinin öğrencilerin mühendislik uygulamaları konusundaki bilgilerine; kamptaki mühendislik tasarım süreçlerini uygulamalarına ve fen öğretmenlerinin mühendisliği sınıflarına entegre etme konusundaki tutumlarına yönelik etkileri araştırmaktır. Bu çalışmaya, “Mühendislik kampına katıldıktan sonra öğrencilerin fen içeriğine ve mühendislik uygulamalarına yönelik bilgileri nasıl değişti?” “Öğrenciler mühendislik basamaklarının zorlukları sırasında mühendislik tasarım sürecini nasıl kullanabildiler?” Ve son olarak “STEMulate Mühendislik Akademisi tarafından sağlanan mesleki gelişim eğitimlerine katıldıktan sonra öğretmenlerin mühendislik eğitimi konusundaki tutumları nasıl değişti?” sorularının rehberlik ettiği görülmektedir. İki gruba ayrılan öğrencilerden ilk grup olan 3. Sınıf öğrencilerine fen bilimleri dersi ile bütünleşik, proje tabanlı mühendislik faaliyetlerini içeren Museum of Science Boston tarafından geliştirilen EIE (Engineering is Elementary) (2017) programını kullanarak astronomi ve havacılık alanlarını araştırmaları sağlanmıştır. “Uzun yoldan aşağıya: Paraşüt tasarlama” projesi ile öğrenciler paraşütler tasarlamışlar ve öğrenciler paraşütlerin havada kalma zamanlarını karşılaştırmışlardır. Öğrenci katılımını arttırmak için, her sınıf tasarımına sanat bileşenini eklemiştir. 4. Sınıf öğrencileri elektrik ve elektrik mühendisliğini araştırmıştır. EIE programı ile “Alarm verici bir fikir: Alarm Devreleri Tasarlama” çalışmasının yapılması sağlanmıştır. Bu ünite öğrenciler kendi alarm devrelerini planlamış, yaratmış ve geliştirmişlerdir. Bu çalışmadaki mühendislik zorluğu belli uyarılara cevap olarak otomatik olarak açılacak bir anahtar tasarlamaktır. Öğrenciler sanatı entegre etmek için Van Gogh’un “Yıldızlı Gece”

adlı sanatını tasarımda ışıklı bir devre görseli efekti yaratmak için kullanmışlardır. 5. Sınıf öğrencileri EIE programı ile “Maglev sistemleri tasarımı” adlı çalışmayı uygulamışlardır. Öğrenciler bu çalışmada mıknatısların özelliklerini araştırmışlar ve manyetik kaldırma taşıma sistemi tasarlamışlardır. İkinci grupta ise 3. Sınıfların masal mühendisliği etkinlikleri üzerine çalışmalar yaptıkları görülmektedir. Öğrenciler kırmızı başlıklı kızın kurttan kaçarak büyükannesine ulaşması için bir zeplin tasarlamışlardır. Bu etkinlik için öğrenciler yaratıcı öğrenme ve eleştirel düşünmeyi kullanmışlardır. 4. Sınıf öğrencileri ise antik Mısır’ın aşırı nüfus sorununu etkinlik problemi olarak ele almışlardır. Öğrenciler, iletişim, konut, ulaşım, güvenlik ve ticaret bileşenlerini ele alan yeni bir şehir tasarlamışlardır. 5. Sınıf öğrencileri ise çeşitli köprü türlerini araştırıp onları planlamamış, oluşturmuş ve test etmişlerdir. Fen bilimleri öğretmenlerin ise tüm bu kampı gözlemlenmeleri sağlanmış ve öğrenciler tarafından gerçekleştirilen tüm tasarım çalışmaları üzerine uzmanlar tarafından mesleki eğitim almaları sağlanmıştır. Çalışma sonucunda ikinci grup öğrencilerin eleştirel ve yaratıcı düşüncelerinin ilk grubun lehine olduğu ve öğrencilerin, çalışmaları eğlenceli buldukları belirtilmiştir. Fen bilimleri öğretmenleri STEMulate Mühendislik Akademisi Kampı süreci sonrasında almış oldukları mühendislik eğitimi hakkında; daha önce böyle bir eğitimi almadıklarını ve bu sayede öğrencilerine daha farklı yöntemlerle ulaşabileceklerini ifade etmişlerdir. Almış oldukları mühendislik mesleki eğitiminin sınıf ortamında aktif bir şekilde kullanabileceklerini belirtmişlerdir.

Kanadlı (2019) yapmış olduğu meta-özet çalışmasında, STEM eğitiminin fen öğretme-öğrenme sürecine yönelik katkısını, etkilerini ve öğretmenlerin STEM eğitime yönelik görüşlerini inceleyen çalışmaları bir araya getirerek, STEM Eğitiminin bilgi, beceri ve duyuşsal boyuta katkısını; STEM eğitiminin uygulanabilirliğine ilişkin sınırlılıkları ve tavsiyeleri; Fen, Mühendislik, Teknoloji, Toplum ve Çevre bağlamında STEM eğitimi incelemeyi amaçlamıştır. Bu amaçla literatürde yer alan ve araştırmanın kriterlerine uygun olan 22 araştırma raporu incelenmiştir. Bu meta-özet çalışmasında incelenen araştırma raporları frekanslarının etki büyüklüğü hesaplanmış ve frekans etki büyüklüğünün %15 den daha fazla olduğu sonucuna ulaşılmıştır. STEM eğitiminin; yaşam becerileri, kariyer bilinci oluşturma, eğlenerek öğrenme, fizik konularına uygun olma, öğrencilerin dikkatini çekme gibi birçok becerileri ortaya çıkardığı görülmektedir.

Öğretmen ve öğretmen adaylarıyla gerçekleştirilen Mühendislik Tasarım Uygulamalarına ilişkin çalışmalar incelendiğinde; Mühendislik Uygulamaları sürecinin etkililiği, Mühendislik Uygulamalarına yönelik algı ve tutumları, öğrenme performansları ve eleştirel düşünme becerileri gibi değişkenlerin incelendiği görülmektedir.

2.6.2. Öğrenciler İle Gerçekleştirilen Mühendislik Tasarım Uygulamalarına İlişkin Çalışmalar

Schnittka ve Bell (2011) yapmış oldukları çalışmada ortaokul öğrencileriyle ısı transferi ve termal enerji konularının yer aldığı Mühendislik Tasarım etkinlikleri gerçekleştirilmiştir. Karma yöntemle sekizinci sınıf öğrencilerine uygulanan bu çalışmada, sınıflardan birisi sadece öğretmenin talimatlarını alarak fen bilimleri ders sürecini tamamlarken diğer sınıf ise öğrenme hedeflerine sahip olmuştur ve mühendislik aracılığıyla fen bilimleri dersini işlemiştir. Bir başka sınıfta ise Isı transferi, termal enerji ve mühendisliğe yönelik tutumlar değerlendirilmeden önce mülakatlar, gözlemler, içerik analizi ve likert ölçeği değerlendirme sürecinden geçmiş ve sonucu elde edilen tüm veriler ışığında istenen kavramsal değişimin ve gelişimin uygulamaları gerçekleştiren son sınıfta önemli ölçüde gelişme gösterdiği ortaya çıkmıştır. Bu çalışmanın bir diğer sonucu olarak öğretmenlerin mühendislik tasarım etkinliklerinin kavramsal değişimlerini nasıl gerektiği gibi kullanmaları gerektiği ortaya çıkmıştır.

Duran ve Şendağ (2012) yapmış oldukları çalışmada, bilgi teknolojisi kullanılarak STEM eğitimi kapsamında gerçekleştirilen uygulamaların lise öğrencilerinin eleştirel düşünme becerilerine olan etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Araştırma 47 lise öğrencisi ile on sekiz aylık bir süreç boyunca gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın uygulama öncesi ve sonrasında eleştirel düşünme, analiz, çıkarım, değerlendirme, tümevarımsal ve tümdengelsel akıl yürütme gibi alt boyutları kapsayan bir ölçek ile toplanmıştır. Elde edilen verilerin analiz edilmesi ile STEM eğitimi kapsamı süreci içerisinde bulunan öğrencilerin, bu süreçte yer almayan öğrencilere göre anlamlı düzeyde daha yüksek eleştirel ve yaratıcı düşünme becerilerine sahip oldukları belirlenmiştir.

Strong (2013), yapmış olduğu çalışmada mühendislik tasarım uygulamaları ile öğrencilerin fen ve matematik yetkinliklerinin gelişimini incelemek amacıyla öğrencilerin genel becerilerine ve cinsiyetlerine göre dört farklı mühendislik tasarım programı hazırlamıştır. Öğrenciler küçük gruplar halinde straför, ataç ve kürdanlardan oluşan materyallerle uçak modelleri tasarlamışlardır. Süreç becerilerinin gelişimi ve performanslar öğrenci anketi ile değerlendirilmiştir. Araştırma sonucunda öğrencilerin süreç becerilerini önemli ölçüde geliştirdikleri tespit edilmiştir. Ayrıca kız öğrencilerin erkek öğrencilere göre daha iyi bir süreç becerisi geliştirdikleri görülmüştür.

Knezek ve diğerleri (2013) yapmış oldukları çalışmada, STEM eğitimine uygun olarak geliştirilen uygulamalı projelerin, öğrencilerin STEM eğitimine karşı görüşleri ve bilgi düzeyleri üzerindeki etkisini belirlemeyi amaçlamışlardır. Araştırma ortaokulda öğrenim görmekte olan altı farklı okuldan toplam 246 ortaokul öğrencisi ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın verileri olarak öğretmen adaylarının STEM'e ve mühendisliğe yönelik mesleklere yönelik eğilimlerini belirlemek

amacıyla yedili likert tipi ölçek kullanılarak toplanmıştır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda öğrencilerin uygulamadan sonra STEM konuları ve mühendislik temelli mesleklere yönelik yaratıcı eğilimlerinin anlamlı düzeyde arttığı görülmüştür.

Lamb ve diğerleri (2015), yapmış oldukları çalışmada bütünleştirilmiş Mühendislik Temelli eğitim ile öğrencilerin bilişsel, duyuşsal ve bilgi düzeyi gelişimlerine katkı sağlayıp sağlamadığını incelemeyi amaçlamıştır. Araştırma okul öncesi, ikinci sınıf ve beşinci sınıf düzeylerinde öğrenim gören toplam 254 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Araştırma toplamda üç yıl sürmüştür. Uygulama öncesi ve sonrasında öğrencilere fene yönelik öz yeterlik, fen ile ilgili bilişsel ve duyuşsal ve fen alan bilgisi ile ilgili ölçekler sunulmuş ve bunlardan veriler elde edilmiştir. Elde edilen verilerin analizi sonucunda STEM etkinliklerinin uygulandığı öğrenci gruplarının, mühendislik temelli uygulamalara karşı bilişsel ve duyuşsal gelişim gösterdikleri ve fene yönelik öz yeterliliklerinin arttığı belirtilmiştir.

King ve English (2016), yapmış oldukları çalışmada beşinci sınıf öğrencileri ile bir optik cihaz mühendislik tasarım etkinliği gerçekleştirmişlerdir. Çalışmanın amacı gerçek yaşam problemlerini mühendislik tasarım uygulamaları ile birleştirip, öğrencileri mühendislik uygulamalarına karşı teşvik etmeye çalışmaktır. Nitel durum çalışması işe gerçekleşen bu çalışmada öğrenciler 8 odak gruba ayrılmış ve araştırmacılar özellikle “STEM kavramlarının, tasarım sürecinde nasıl ifade edilir?” “STEM kavramları müzik aleti yapımında nasıl kullanılır?” ve “İkinci tasarımda öğrenciler optik cihaz üzerinde ne gibi değişiklikler yaptılar?” şeklinde belirlenen üç araştırma sorusu ile ilgilenmişlerdir. Araştırma sonucunda öğrencilerin görevleri başarıyla gerçekleştirdikleri ve matematik ile teknoloji basamaklarını başarıyla uygulamaya entegre ettikleri görülmektedir.

Sürmeli, Yildirim, Sevgi ve Göcük (2018), yapmış oldukları çalışmada, 48 ortaokul öğrencisi ile mühendislik uygulamaları gerçekleştirmiş ve uygulamalar sonucunda öğrencilerin görüşleri tespit edilmiştir. Çalışmada öğrenciler gruplar halinde çalışmış ve her bir öğrenci grubu üniteleri dikkate alarak etkinliklerini gerçekleştirmişlerdir. Ortaokul ilk basamaktaki öğrencilerin tasarım çizme, materyalleri kullanabilme, problemi ortaya çıkarma ve verileri düzenleme gibi basamaklarda zorlandıkları görülürken çalışma sonucunda öğrencilerin mühendislik tasarım uygulamalarına karşı olumlu görüşlere sahip oldukları belirlenmiştir.

Öğrencilerle gerçekleştirilen Mühendislik Tasarım Uygulamalarına ilişkin çalışmalar incelendiğinde; Mühendislik Uygulamaları sürecine öğrencileri teşvik etme, öğrencilerin uygulamalara yönelik tutum ve ilgileri, öğrencilerin Mühendislik Tasarım Uygulamalarına yönelik

görüşleri, eleştirel düşünme becerileri, başarı performansları ve cinsiyet gibi değişkenlerin incelendiği görülmektedir.

2.6.3. Bilimsel Yaratıcılığa İlişkin Çalışmalar

Aktamış ve Ergin (2006) yapmış oldukları çalışmada fen eğitiminde yaratıcılığın olmazsa olmaz bir unsur olduğunu ifade etmişlerdir. Yaratıcılığa etki eden etmenleri, yaratıcı düşünmenin önemini ve yaratıcılığın bilimsel yaratıcılık ile arasındaki farkları ele alarak fen eğitiminde bunu geliştirmek için çalışmalar yapılması gerektiği ifade edilmiştir.

Gregory ve diğerleri (2013) yapmış oldukları çalışmada bilimsel yaratıcılığı geliştirmek için ne gibi çalışmalar yapılması gerektiğini araştırmış ve buna yönelik yapılan çalışmalarını incelemiştir. Araştırmacıların amacının daha çok öğretmenlerin, öğrencilerinin bilimsel yaratıcılık becerilerini nasıl geliştirebileceklerine yönelik yaklaşımları incelemek olduğu görülmüştür.

Bayrak (2014) yapmış olduğu çalışmada 7. Sınıf Fen ve Teknoloji dersi “Yaşamımızdaki Elektrik” ünitesinde kullanılan Cort 1 (Cognitive Research Truth) düşünme programının bilimsel yaratıcılığa olan etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Çalışmada yarı deneysel modellerden ön test son test eşleştirilmiş kontrol gruplu model kullanılmıştır. Araştırmanın deney ve kontrol grubunda toplam 24 yedinci sınıf öğrencisi bulunmaktadır. Deney grubu ile düşünme programına bağlı ders işlenirken, kontrol grubu ile MEB kitabına bağlı kalarak ders işlenmiştir. Uygulama sonucuna göre düşünme programı ile dersi işleyen deney grubunun bilimsel yaratıcılıklarının kontrol grubuna göre arttığı görülmüştür.

Demir (2014) yapmış olduğu çalışmada bilimsel tartışma ve araştırmaya yönelik tasarlanan laboratuvar ders programının fen bilimleri öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılıklarına etkisini belirlemeyi amaçlamıştır. Araştırmacı tarafından hazırlanan bilimsel tartışma ve araştırmaya dayalı laboratuvar programı süreci sonunda elde edilen verilerin değerlendirilmesi sonucunda öğretmen adaylarının akıcılık, orijinallik ve esneklik boyutlarının hepsinde bilimsel yaratıcılıklarının gelişim gösterdiği belirlenmiştir.

Madara ve diğerleri (2015) yapmış oldukları çalışmada Mühendislik Temelli öğretim programlarında bilimsel yaratıcılık içeriklerine önem verilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Ayrıca Mühendislik Temelli öğretim programları için yeni bir araştırma geliştirme programı oluşturulması amacıyla çalışmalar yapılması önerilmiştir.

Şahin-Pekmez ve diğerleri (2010) yapmış olduğu çalışmada fen bilimleri öğretmen adaylarının fen laboratuvarı dersi tasarım uygulamalarına yönelik bilimsel yaratıcılıklarının gelişiminin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın örneklemini toplamda 84 fen ve matematik

öğretmen adayı oluşturmaktadır. Araştırmanın uygulama kısmında öğretmen adaylarından öğretmen adaylarından fen ile ilgili çeşitli hikayeler oluşturmaları istenmiştir. Bu hikayelerden yola çıkarak öğretmen adaylarının kendi deney uygulamalarını gerçekleştirilmeleri sağlanmıştır. Oluşturulan bu hikayeler sonucunda öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılıkları düzeyinin fen ve matematik derslerinde gelişim gösterdiği görülmüştür.

Bilimsel Yaratıcılığa ilişkin çalışmalar incelendiğinde; daha çok bilimsel yaratıcılığın etkisinin tasarım uygulamaları öncesi ve sonrası gelişiminin incelendiği görülmektedir. Bilimsel yaratıcılığın gelişip gelişmediğini inceleyen çalışmaların genellikle bir uygulama öncesi ve sonrası ön test son test şeklinde incelendiği görülmektedir.



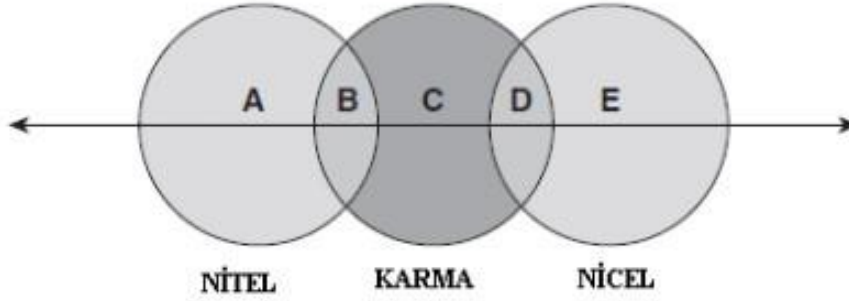
3. YÖNTEM

3.1. Araştırma Modeli

Fen bilimleri öğretmen adaylarının mühendislik tasarım süreci uygulamalarına yönelik görüşleri, mühendislik becerileri ve bilimsel yaratıcılıklarının değerlendirilmesini amaçlayan bu çalışmada, karma yöntem araştırması kullanılmıştır. Karma yöntem araştırması nitel ve nicel araştırmaya dayalı, derinlemesine bilgilendirici, eksiksiz ve kullanışlı bir araştırma türüdür. Karma yöntem araştırması, genel olarak, teori ve uygulamaya yönelik yaklaşımlar bütünüdür. Daima niteliksel ve niceliksel bakış açılarını içeren karma yöntem araştırması, yakın geçmişte sosyal davranışsal ve beşeri bilimler alanında ele alınmıştır (Johnson, Onwuegbuzie ve Turner, 2007). Bu yöntemde nitel ve nicel yöntemler birbirlerinin farklı yönlerini zengin ve ayrıntılı bir şekilde tamamlayabilmektedir (Greene, Garacelli ve Graham 1989). Karma yöntemin nitel ve nicel çalışmalara sağladığı zengin anlatım ve açıklık haricinde, getireceği birtakım zorlukların bulunduğu belirtilmektedir. Uluslararası alanyazın incelendiğinde nitel ve nicel yöntemlerin, karma yöntem araştırmalarında, birlikte veya ayrı olarak çalışmalarda nasıl yer alacağı hala tartışılmakta ve bunun üzerinde çalışmalar devam etmektedir (Firat, Yurdakul ve Ersoy, 2014). Creswell ve Tashakkori (2007), karma yöntem araştırmalarının nasıl bir düzen içerisinde yürütülmesinin tam olarak keşfedilmediğini bu yüzden karma yöntemin sürekli gelişmekte olduğunu ve bu gelişmenin yapılan ve yapılacak olan çalışmalara bağlı olduğunu vurgulamaktadır. Ne kadar fazla karma yöntem çalışması yapılırsa elde edilen bulgularda bir o kadar çeşitlilik elde edileceğini ve karma yöntemin anlaşılma konusundaki hususunun bu şekilde ortadan kalkacağını belirtmektedir.

Karma yöntemin derinlemesine araştırılmasının nedenlerinden biri olarak bu yöntemde araştırmacı, nicel ve nitel veriyi birlikte ele alır ve daha sonra; araştırma tekniklerini, yöntemleri, yaklaşımları veya kavramları tek bir çalışmada birleştirir (Johnson vd., 2007). Buna örnek olarak niceliksel araştırma, tipik olarak teori doğrulamasına daha fazla yönelirken, nitel araştırma genellikle teori üretimi ile daha fazla ilgilidir. Araştırmalarda bu ikili ayrı ayrı ve belirli bir sırayla kullanılırken, karma yöntem nicel ve nitel yöntemleri bir araya getirmektedir (Creswell, Plano Clark, Gutmann ve Hanson, 2003). Creswell ve Clark, (2017) ise araştırmacının araştırma yöntemine hakim olması gerektiğini ve araştırmacının yöntemini kullanırken ilk olarak hangi desene karar vermesi gerektiğini, 3 boyut eksenine bağlı olarak bir değerlendirme yolu ile açıklar. Bu değerlendirme yolları; sıralama kararı, öncelik kararı ve bütünleştirme kararından oluşur. Sıralama kararında araştırmacı, öncelikle hangi yöntemi ilk, hangi yöntemi sonra kullanacaksa bunların tespitini yapar. Öncelik kararında araştırmacı, nitel veya nicel yöntemden herhangi birine araştırmasında daha fazla öncelik verebilir. Bu öncelik, araştırmacının elindeki verileri ne şekilde

kullandığına bağlı olarak değişmektedir. Bütünleştirme kararında araştırmacı verilerini çalışmasının hangi basamağında birlikte kullanması gerektiğine karar vermektedir. Karma çalışma yöntemi nitel çalışmanın içerisinde nicel çalışmayı barındıran; nicel çalışmaların içerisinde ise nitel çalışmaların yer alabildiği yöntemdir (Baki ve Gökçek, 2012).



Şekil 3.1. Amaçlı-Karma-Olasılıklı Yöntem Süreci (Baki ve Gökçek, 2012)

Şekil 3.1'de görüldüğü üzere nicel ve nitel araştırmanın ayrımı ve birleşimi belirtilmektedir. Şekilde yer alan ok ise yöntemin sürekliliğini ifade etmektedir.

3.1.2. İç içe Desen

Bu çalışmada, karma yöntem desenlerinden iç içe desen kullanılmıştır. Bu desende yer alan nicel ve nitel veriler aynı zamanda toplanmakta ve analiz edilmektedir. İç içe deseni diğer desenlerden ayıran bir unsur ise desende yer alan nicel veya nitel yöntemlerden birine daha fazla ağırlık verilmesidir (Plano Clark vd., 2008). Ağırlık verilen desen araştırmada yer alan veri türünün problemine cevap vermekte yardımcı olmaktadır. İç içe desen araştırmaya daha geniş bir bakış açısı ile bakabilme imkanı tanımaktadır (Creswell ve Clark, 2017). İç içe desen araştırmada birden fazla durumun söz konusu olması durumunda veya araştırmada var olan her bir durumun kendi içinde çeşitli birimlere ayrılması ile çalışma gerçekleştirilir (Creswell, Shope, Plano Clark, Green, 2006). Bu sebeple araştırma iç içe desen, durum çalışmasına uygun olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada, fen bilimleri öğretmen adaylarının gerçekleştirmiş oldukları mühendislik tasarım uygulamaları hakkındaki görüşleri alınmıştır. Mühendislik tasarım uygulamalarının, fen bilimleri öğretmen adaylarının mühendislik becerileri ve bilimsel yaratıcılıkların değişip değişmediği incelenmiştir. Araştırmada yer alan nitel yöntemler, nicel yöntemlerin açıklanmasında ve verileri analiz ederken derinleştirilmiş cevapları bulmada yardımcı olmaktadır. Bu sebeple çalışmada nitel metodoloji desenlerinden biri olan durum çalışması yöntemi kullanılmıştır.

Çalışmada tek bir analiz birimi olarak 5E+ Mühendislik Tasarım Süreci Uygulaması tek durum deseni olarak belirlenmiştir. Süreç içerisinde gerçekleştirilen Mühendislik Tasarım Uygulamaları 5E modeline uygun bir şekilde gerçekleştirilmiştir.

Durum çalışması, niteliksel araştırma yöntemlerini kullanarak, tek bir toplumsal olgunun derinlemesine incelenmesi ile çok yönlü bir araştırma yöntemi olarak tanımlanmaktadır (Simons, 2009). Durum çalışması çok ayrıntılı olarak yürütülmekte ve çoğu zaman çeşitli kaynakların çalışmada kullanımını sağlamaktadır. Örneğin, bazı durum çalışmalarında niceliksel ve niteliksel yöntemler bir arada bulunmaktadır (Orum, Feagin ve Sjoberg, 1991). Durum çalışmaları karmaşık bir olgu hakkında, birbirinden çeşitli tanımlamalar oluşturulmasını ve aynı zamanda karmaşık bir olgu hakkında bağlamsal analiz yapılmasını sağlayan bir araştırma yöntemidir (Davey, 1991). Bunun yanı sıra durum çalışmasının eleştirildiği birkaç nokta da bulunmaktadır. Durum çalışmasının araştırmacı tarafından yanlılığa maruz kalabileceği belirtilerek, küçük bir grupta yapılan çalışmaların geçerlilik ve güvenilirliklerinin şüphe uyandırabileceği belirtilmektedir (Gerring, 2006). Hyett vd., (2014), ise durum çalışmasının araştırmadaki tüm olguları derinlemesine ve açıklayıcı bir şekilde analiz etmeye yardımcı olduğunu ve çalışmada elde edilen verilerin analizinde kullanılan birden fazla veri toplama yöntemi ile çalışmanın yüksek kavramsal geçerliliğe ulaşma potansiyelinin olmasını sağlamaktadır. Bu çalışmada veri toplama yöntemlerinden; mühendislik tasarım uygulamaları sonrası fen bilimleri öğretmen adaylarına yöneltilen açık uçlu sorular, mühendislik becerileri anketi ile bilimsel yaratıcılık ölçeği yer almaktadır.

Çalışmanın nicel veri yöntemleri olarak öğretmen adaylarına uygulamalar öncesi ve sonrasında Mühendislik Becerileri Anketi ve Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği uygulanmıştır.

3.2. Araştırmanın Çalışma Grubu

Karma yöntem araştırma deseninin kullanıldığı bu çalışmanın araştırma grubunu Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalı dördüncü sınıfında öğrenim gören ve Özel Öğretim Yöntemleri 2 dersini alan Fen Bilimleri öğretmen adayları oluşturmaktadır. Araştırmanın çalışma grubunda 21 kadın, 9 erkek olmak üzere toplamda 30 öğretmen adayı bulunmaktadır. Çalışmalara eksiksiz bir şekilde katılan öğretmen adaylarıyla devam edilmiş ve son olarak uygulamalarda devamsızlıkları en çok olan olan öğretmen adayları çıkarılarak 26 öğretmen adayının verileri dikkate alınmıştır.

Fen bilimleri dersi öğretim programının değişmesi ile yeni öğretim programında yer alan “Öğretim programında fen ve mühendislik uygulamaları” başlığı altında disiplinler arası bir bakış ile

araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı esas alınmıştır (MEB, 2018). Araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımının öğrenme ve öğretme sürecinde öğretmen teşvik edici, yönlendirici bir rolde iken, öğrenci ise bilginin kaynağını araştıran, sorgulayan, açıklayan, tartışan ve ürüne dönüştüren birey rollerini üstlenmektedir. Araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımında öğretmenlerin rolü öğrencilere; fen, matematik, mühendislik, buluş, ürün geliştirme, inovasyon yapabilme kabiliyetini aşılayabilmektir (MEB, 2018). Fen bilimleri öğretmenlerinin, yeni öğretim programında yer alan araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımını hazırbulunuşlukları yüksek bir şekilde, ileride kendi sınıf ortamlarına aktarabilmeleri için bu araştırmanın çalışma grubu, dördüncü sınıf fen bilimleri öğretmen adayları olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada mühendislik tasarım uygulaması öncesi uygulanan bilimsel yaratıcılık ölçeği ve mühendislik becerileri anketi, mühendislik tasarım uygulaması sonrasında da öğretmen adaylarına uygulanmış ve karma model durum çalışması ile çalışma gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın bağımsız değişkenini mühendislik tasarım uygulaması oluştururken, bağımlı değişkenlerini ise bilimsel yaratıcılık ölçeği ve mühendislik becerileri anketi oluşturmaktadır. Çalışmada ön test, son test olarak uygulanan ölçekler, mühendislik tasarım uygulamasının bağımlı değişkenlere ne şekilde etki ettiğini açıklamak ve Fen Bilimleri öğretmen adaylarının mühendislik tasarım uygulamaları hakkındaki düşüncelerini belirlemek amacıyla kullanılmıştır.

Araştırma metodolojisi örneklemede, fen bilimleri öğretmen adayları amaçlı örnekleme yöntemi ile seçilmiştir. Amaçlı örnekleme; belli ölçütleri karşılayan veya belli özelliklere sahip olan bir veya birden fazla özel durumlarda çalışılmak istendiğinde tercih edilmektedir (Büyüköztürk ve diğerleri, 2008). Bu sebeple nitel çalışma grubu maksimum çeşitlilik örnekleme yöntemi ile seçilmiş ve bu örnekleme yönteminin nitel çalışma grubunu belirlemede kullanılan kriterleri de birden fazla özel durumu kapsamıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Amaçlı örnekleme yöntemi stratejilerinden ölçüt örnekleme yöntemi araştırmada belli niteliklere sahip kişileri, olayları, nesnelere ya da durumları kapsamaktadır. Ölçüt örnekleme nitel bir çalışmanın sonuçlarına göre derinlemesine bir araştırmada kullanılabilir. Araştırmadan elde edilen verilere göre belli özellikleri taşıyan çalışma gruplarıyla yapılmak istenen çalışmalar ölçüt örnekleme yöntemidir (Büyüköztürk ve diğerleri, 2008). Bu çalışmada amaçsal örnekleme stratejilerinden ölçüt örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada öğretmen adaylarının, Özel Öğretim Yöntemleri I dersini almış olmaları, bu derste sorgulamaya dayalı öğretim yaklaşımından 5E modelinin uygulanması ile ilgili bilgi sahibi olmaları ve öğretmen adaylarının 4. sınıf fen bilimleri öğretmenliği öğrencileri olmaları gibi ölçütler göz önünde bulundurularak çalışma grubu belirlenmiştir.

3.3. Veri Toplama Araçları

Karma yöntem araştırması olarak gerçekleştirilen bu çalışmada veri toplama araçları nicel ve nitel toplama araçları olarak ayrı ayrı ele alınmıştır. Araştırmada yer alan nicel veri toplama araçlarını; EIE (2017), tarafından geliştirilen Mühendislik Becerileri Anketi (MBA), oluşturmaktadır. Araştırmanın nitel veri toplama araçlarını ise; araştırmacı tarafından hazırlanan, öğretmen adaylarına her hafta gerçekleştirmiş oldukları uygulama etkinlikleri sonrasında; Mühendislik Tasarım Uygulamaları Grup Görüşme Soruları (MTUGGS), mühendislik tasarım uygulamaları süreci sonunda çalışma gruplarıyla gerçekleştirilen Mühendislik Tasarım Uygulamaları Sonrası Görüşme Soruları (MTUSGS); araştırmanın hem nicel hem nitel veri toplama aracını ise Hu ve Adey (2002), tarafından geliştirilen, Deniz ve Balım (2012), tarafından Türkçeye uyarlanan Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği (BYÖ) oluşturmaktadır. Tablo 3.1’de veri toplama araçları ile araştırmanın alt problemleri arasındaki ilişki gösterilmiştir.

Tablo 3.1.

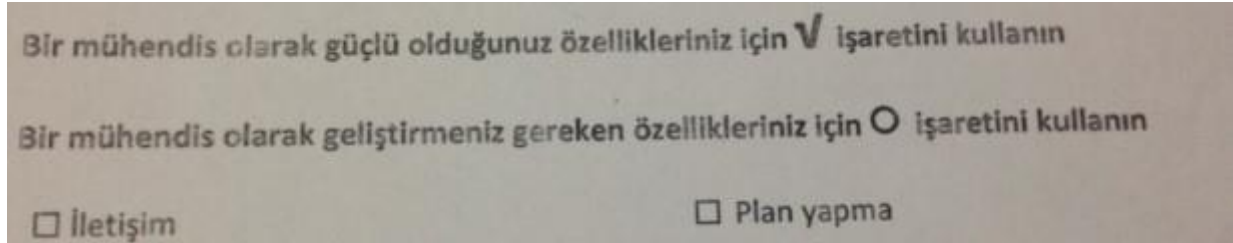
Veri Toplama Araçları ile Araştırmanın Alt Problemlerinin Eşleştirilmesi

Araştırmanın Alt Problemleri	Veri Toplama Aracı	Katılımcı Sayısı (n)
1. Öğretmen adaylarının mühendislik becerileri mühendislik tasarım süreci uygulamaları öncesi ve sonrasında değişmekte midir?	- Mühendislik Becerileri Anketi (MBA)	26
2. Öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılıkları mühendislik tasarım süreci uygulamaları öncesi ve sonrasında değişmekte midir?	- Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği (BYÖ)	26
3. Öğretmen adaylarının gerçekleştirdikleri mühendislik tasarım süreci uygulamalarına yönelik görüşleri nasıldır?	- Mühendislik Tasarım Uygulamaları Grup Görüşme Soruları (MTUGGS)	26
4. Öğretmen adaylarının mühendislik tasarım süreci uygulamalarının ortaokullardaki uygulanabilirliği konusundaki görüşleri nasıldır?	- Mühendislik Tasarım Uygulamaları Sonrası Görüşme Soruları (MTUSGS)	26

3.3.1. Mühendislik Becerileri Anketi (MBA)

Fen bilimleri öğretmen adaylarının mühendislik becerilerinin mühendislik tasarım süreci uygulamaları öncesi ve sonrasında değişim gösterip göstermediklerini belirlemek amacıyla EIE (2017), tarafından geliştirilen Mühendislik Becerileri Anketi (MBA) çalışmada yer alan öğretmen adaylarına uygulanmıştır.

EIE (2017), tarafından geliştirilen MBA, öğretmen adaylarının kendilerini bir mühendis olarak düşünmelerini isteyen; öğretmen adaylarının bir mühendis olarak güçlü olduğu özellikleri ve bir mühendis olarak geliştirmeleri gereken özellikleri belirlemelerini sağlayan bir nicel veri toplama aracıdır (Bkz. EK-4). Araştırma sürecinde öğretmen adayları tarafından MBA üzerinde kendilerini bir mühendis olarak düşünmeleri beklenmiş ve bir mühendis olarak güçlü oldukları özelliklerini ve bir mühendis olarak geliştirmeleri gereken özelliklerini işaretlemeleri istenmiştir. Uzmanlardan tarafından alınan görüş ile hazırlanan 16 anket maddesi, Öğretmen adaylarının mühendislik becerilerinin mühendislik tasarım süreci uygulamaları öncesi ve sonrasında değişmekte olup olmadığını belirlemek için öğretmen adaylarına uygulanmıştır. MBA, İngilizce ve Türkçeyi iyi bilen uzmanlar tarafından Türkçeye çevrilmiştir. Çeviri sonucunda kapsam geçerliliğinin sağlanabilmesi adına MBA için uzman görüşü alınmıştır.



Resim 3.1. Mühendislik Becerileri Anketi Örneği

3.3.2. Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği (BYÖ)

Hu ve Adey (2002), tarafından geliştirilen BYÖ, Deniz ve Balım (2012), tarafından Türkçeye çevrilmiş ve ölçeğin değerlendirilmesi yapılarak geçerlilik ve güvenilirliği incelenmiştir. BYÖ'nün kullanılmasının nedenlerinden en önemlisi, ölçeğin Bilimsel Yaratıcılığın özelliklerini en geniş kapsamda açıklamış olmasıdır ayrıca yapmış oldukları çalışmada bilimsel yaratıcılığın bilimsel bilgi ve becerilere bağlı olması gerektiğini, bilimsel yaratıcılığın gelişebileceğini, aynı zamanda çalışılacak sorunun yapısına göre değişebilen bir olgu olduğunu belirtmektedir. Hu ve Adey bilimsel yaratıcılık ölçeğini 2002 yılında İngiltere'de ki 160 öğrenciye uygulamıştır. Çalışma sonucunda bilimsel yaratıcılığın gelişimine katkı sağladığı bulunmuştur bu çalışma sırasında Hu ve Adey,

kaynak araştırmaları sonucunda elde ettikleri veriler ile Bilimsel Yaratıcılık Modelini ortaya koymuşlardır.

Bu alışmada BYÖ öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılıklarının mühendislik tasarım süreci uygulama öncesi ve sonrasında değişip değişmediğini ortaya çıkarmak için öğretmen adaylarına uygulanmıştır. Ölçek toplamda 7 açık uçlu sorudan oluşmaktadır. Hu ve Adey (2002), ölçek için çok fazla soru hazırlayarak başlamışlardır ve daha sonra fen eğitimcisi uzman görüşlerini alarak ölçeğin madde sayısını 7'ye düşürülmüştür. Ölçekte yer alan her bir madde birden fazla boyutu açıklamak amacıyla hazırlanmıştır (Deniş ve Balım, 2012). Hu ve Adey (2002) tarafından 0,86; Deniş ve Balım (2012), tarafından BYÖ güvenilirlik katsayısı 0,89 bulunurken Kadayıfçı (2008) tarafından uyarlanan testin güvenilirlik katsayısı 0,73 bulunmuştur. Bu alışmada Bilimsel Yaratıcılık Ölçeğinin sahip olduğu ön test, son test akıcılık, orijinallik ve esneklik boyutlarının Cronbach Alfa iç tutarlılık değeri 0,75 olarak bulunmuştur. Bu ölçekteki akıcılık, orijinallik ve esneklik boyutları ön ve son uygulama şeklinde öğretmen adaylarına uygulanmıştır.

2-Eğer bir uzay gemisi ile seyahat edip farklı bir gezegene gitme imkanınız olsa, hangi bilimsel soruları araştırmak istersiniz? Lütfen merak ettiğiniz soruları düşünerek bu gezegene dair yazabildiğiniz kadar çok soru yazın. Örneğin, gezegende yaşayan herhangi bir canlı var mı?

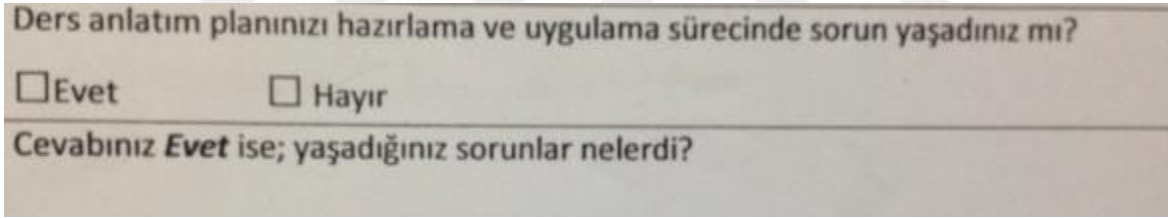
Resim 3.2. Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği Soru Örneği

3.3.3. Mühendislik Tasarım Uygulamaları Grup Görüşme Soruları (MTUGGS)

Araştırmacı tarafından oluşturulan görüşme soruları Öğretmen adaylarının gerçekleştirdikleri mühendislik tasarım süreci uygulamalarına yönelik görüşlerini belirlemek amacıyla çalışmada yer almaktadır. Görüşme soruları üzerinde uzman görüşleri alındıktan sonra görüşme soruları öğretmen adaylarına uygulanmıştır. Görüşme türleri; yapılandırılmamış görüşme, yapılandırılmış görüşme ve yarı yapılandırılmış görüşme olmak üzere kendi içerisinde ayrılmaktadır (Türnüklü, 2000). Yapılandırılmamış görüşme, herhangi bir görüşme hazırlığı olmadan an içerisinde yapılan bir iletişim şekli iken, yapılandırılmış görüşme de bunun tersi olarak hazır bir görüşme protokolü bulunmaktadır ve kişinin verdiği yanıtlar kapalı uçludur. Yarı yapılandırılmış görüşme ise; yapılandırılmış görüşme tekniğinden biraz daha esnek olmakla birlikte, araştırmacının önceden hazırlığını yaptığı görüşme soruları ile gerçekleşmektedir fakat yarı yapılandırılmış görüşmede görüşmenin akışına bağlı olarak farklı sorularla ve farklı alt başlıklarda bulunan sorularla görüşme çeşitlenebilir ve görüşmenin yönü değişebilir (Yıldırım ve

Şimşek, 2008). Yarı yapılandırılmış görüşme tekniği sahip olduğu esneklik ve araştırmacıya sunmuş olduğu zengin veriler ile araştırmalara daha uygun bir teknik olarak gösterilmektedir (Özdemir, 2010).

Bu çalışmada öğretmen adayları ile her hafta gerçekleştirilen her mühendislik tasarım uygulamaları sonrasında çalışmalarını gruplar halinde sunan her bir gruba görüşme soruları uygulanmıştır. Görüşme soruları, yarı yapılandırılmış görüşme tekniği ele alınarak öğretmen adaylarına uygulanmıştır. Görüşme soruları toplamda 4 ana temadan oluşmaktadır. Görüşme sorularının ana temaları oluşturulurken mühendislik tasarım uygulamaları süreçleri ve uzman görüşü dikkate alınmıştır. Grup görüşme sorularının temaları; genel hazırlık, 5E+ mühendislik tasarım, süreç ve değerlendirme kısımlarından oluşmaktadır. Yarı yapılandırılmış görüşmeler; öğretmen adaylarının hazırlık yapmış oldukları mühendislik tasarım uygulamaları sürecindeki hazırlıklarını, sergiledikleri performansları ve değerlendirmeleri içermektedir. Veri kaybı yaşanmaması için grup görüşme sorularından elde edilen veriler araştırmacı tarafından bilgisayar ortamında yazıya aktarılmıştır.



Ders anlatım planınızı hazırlama ve uygulama sürecinde sorun yaşadınız mı?

Evet Hayır

Cevabınız *Evet* ise; yaşadığınız sorunlar nelerdi?

Resim 3.3. Mühendislik Tasarım Uygulamaları Grup Görüşme Soruları Örneği

3.3.4. Mühendislik Tasarım Uygulamaları Sonrası Görüşme Soruları (MTUSGS)

Araştırmacı tarafından oluşturulan mühendislik tasarım uygulamaları sonrası görüşme soruları (MTUSGS), öğretmen adaylarının mühendislik tasarım süreci uygulamalarının gerçek sınıf ortamlarında uygulanabilirliği konusundaki görüşlerini öğrenmeyi amaçlamaktadır. Toplamda 9 sorudan oluşan ve mühendislik tasarım uygulamaları sonrası öğretmen adaylarına sunulan görüşme soruları öğretmen adaylarının süreç içerisindeki deneyimlerinden yola çıkarak 5E modeline dayalı mühendislik tasarım uygulamalarının, fen öğretim programına uygunluğu, ortaokul öğrencilerine uygunluğu, gerçek sınıf ortamlarına uygunluğu gibi soruları içermektedir. Bunun yanı sıra öğretmen adaylarına mühendislik tasarım sürecinde kolaylıkla gerçekleştirdikleri çalışmalar ve zorlukla gerçekleştirdikleri çalışmalar ve mühendislik tasarım uygulamaları süreci başlangıcında almış oldukları eğitimin yeterli olup olmadığı sorulmuştur.

1- Mühendislik Tasarım Uygulamaları sırasında kolaylıkla gerçekleştirdiğiniz çalışma hangisiydi? Neden bu çalışmayı seçtiniz?

Resim 3.4. Mühendislik Tasarım Uygulamaları Sonrası Görüşme Soruları Örneği

3.4. Araştırmanın Uygulanması

3.4.1. Öğretmen Adaylarının Mühendislik Tasarım Uygulamalarını Öğrenme Süreci

Yıldırım ve Altan (2017), yapmış olduğu çalışmada sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımına uygun etkinlikleri dördüncü sınıf öğrencilerine uygulamıştır ve araştırma süreci içerisinde öğrencilerin yaratıcı fikirler ve sorularla geldiğini görmüştür. Sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımının süreçte istenilen becerileri kazandırmasına bağlı olarak bu çalışma öncesinde öğretmen adaylarının, Özel Öğretim Yöntemleri dersinde sorgulamaya dayalı öğretim yaklaşımından 5E modelinin uygulanması ve mühendislik tasarım süreci hakkında bilgi sahibi olmaları sağlanmıştır.

3.4.2. Araştırmanın Uygulama Süreci

Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalı dördüncü sınıfında öğrenim gören ve Özel Öğretim Yöntemleri 2 dersini alan 26 öğretmen adayı ile gerçekleştiren bu araştırma toplamda 9 hafta sürmüştür. Aşağıda araştırma kapsamında her hafta çalışmaların nasıl yürütüldüğü haftalar halinde açıklanmıştır. Araştırma kapsamında yer alan mühendislik tasarım görevleri kazanımlar ile birlikte detaylı bir şekilde belirtilmiştir.

Araştırma Öncesi Hazırlık Süreci

Çalışma öncesinde araştırmacı, Edmodo aracılığı ile öğretmen adaylarıyla iletişim kurmuştur ve her hafta 2 farklı grup çalışmalarını gerçekleştirecek şekilde öğretmen adaylarını 3'erli gruplara ayırarak mühendislik tasarım kazanımlarının gruplar arasında dağıtılmasını sağlamıştır. Gruplar oluşturulurken öğretmen adayları serbest bırakılmıştır ve öğretmen adaylarının kendi gruplarını oluşturmaları sağlanmıştır. Çalışmada yer alan kazanımların seçiminde o kazanımların ortaya bir problem sorusu çıkarmasına ve o problem sorusuna çözüm getirebilecek ürünlerin ortaya çıkabilmesine dikkat edilmiştir. Araştırma boyunca çalışma gruplarıyla

mühendislik tasarım ders planı (MTDP) kullanılmıştır. Çalışma yapacak olan gruplar her hafta 5E ders planlarını araştırmacıya teslim etmiştir ve hazırlık grupları 5E ders planlarına uygun bir araştırma süreci gerçekleştirmiştir.

Birinci Hafta Araştırmanın Uygulama Süreci

Araştırmacı öğretmen adaylarına “Mühendislik Tasarım Süreci” ile ilgili ders anlatımı yaparak öğretmen adaylarının araştırmanın süreci hakkında bilgilenmelerini sağlamıştır. Araştırmacı ders anlatımı sonrasında öğretmen adaylarının sorularını cevaplamıştır ve örnek bir mühendislik tasarım uygulaması olarak öğretmen adaylarıyla “Egg Drop” etkinliği gerçekleştirilmiştir. Araştırmacı tarafından öğretmen adayları gruplar haline ayrılmış, her gruba birer yumurta verilmiş ve yumurtaların belirli bir yükseklikten atılacağı ve bunun sonucunda yumurtaların kırılmasının istenmediği belirtilmiştir. Öğretmen adayları var olan malzemeleri kendi istekleri doğrultusunda kullanarak bir tasarım ortaya çıkarmıştır. Bunun sonucunda yumurtalar belirli bir yükseklikten bırakılmış ve yumurtaların son durumu incelenmiştir. Öğretmen adayları ile daha sonra, kırılan yumurtaların neden kırıldığı, kırılmayan yumurtaların ise neden kırılmadığı üzerine bir tartışma ortamı yaratılmıştır. Öğretmen adayları diğer grupların tasarımları hakkında da yorumlarını belirtmiş; tasarımlarda gördükleri eksiklikleri ve tasarımlarda olması gerektiğini düşündükleri materyalleri birbirleriyle paylaşmışlardır. Tartışma sonrasında uygulamaya 10 dakika ara veren araştırmacı, daha sonra öğretmen adaylarına; çalışmanın ön uygulama kısmını oluşturan “Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği” ve “Mühendislik Becerileri Anketini” uygulamıştır.

İkinci Hafta Araştırmanın Uygulama Süreci

Öğretmen adayları MEB (2018) Fen Bilimleri programından seçilen kazanımlar ile mühendislik tasarım sürecine göre oluşturdukları çalışmalarını sunmuşlardır.

1. Grup öğretmen adayları “F.6.5.2. Sesin Farklı Ortamlarda Farklı Duyulması” konusunun “F.6.5.2.1. Ses kaynağının değişmesiyle seslerin farklı işitildiğini deneyerek keşfeder.” “F.6.5.2.2. Sesin yayıldığı ortamın değişmesiyle farklı işitildiğini deneyerek keşfeder.” Kazanımlarını 5E + Mühendislik Tasarım ders anlatımlarını yapmıştır ve grup öğretmen adayları tarafından çalışma gruplarının Mühendislik Tasarım Ders Planı üzerinde tasarım uygulamalarını gerçekleştirmeleri sağlanmıştır. 2. Grup öğretmen adayları ise “F.7.3.2. Kuvvet, iş ve enerji ilişkisi” konusunun “F.7.3.2.1. Fiziksel anlamda yapılan işin, uygulanan kuvvet ve alınan yolla ilişkili olduğunu açıklar.” “a. İşin birimi joule olarak verilir.” Kazanımlarını 5E + Mühendislik Tasarım ders anlatımlarını yapmıştır ve grup öğretmen adayları tarafından çalışma gruplarının MTDP üzerinde tasarım

uygulamalarını gerçekleştirmeleri sağlanmıştır. Hazırlık grupları ilk olarak 5E modeli temelli kazanım ders anlatımını gerçekleştirmiştir. Daha sonra hazırlık grubu tarafından MTDP, çalışma gruplarına dağıtılmıştır. MTDP öncelikle bir problem ve problem sorusu ile başlamaktadır. Bu problem hazırlık grupları tarafından hikayeleştirilmiş ve problem sorusunda çalışma gruplarından bu probleme çözüm bulmaları istenmiştir. Probleme çözüm bulması gereken çalışma grupları, öncelikle problemin çözümünü oluşturacak tasarımın çizimini yapmış ve daha sonra yapmak istedikleri tasarımın maliyetini MTDP’de yer alan maliyet tablosuna yazmışlardır. Ürünün ortaya çıkma sürecinde öğretmen adayları MTDP’de yer alan matematik sınırlılıklarına dikkat etmiş ve bu sınırlılıklara göre tasarımlarını oluşturmaya çalışmışlardır. Bu aşamadan sonra çalışma grupları var olan malzemeleri kullanarak tasarım ürünlerini oluşturmaya başlamışlardır. Süreç esnasında daha az ve düşük maliyetli materyal kullanmaya özen göstermiş; tasarım ürününün kullanışlı olmasına dikkat etmişlerdir. Tasarım ürünleri oluştuktan sonra çalışma gruplarından birer grup lideri seçilmiş ve grup liderlerinden tasarımlarını sınıf önünde test etmesi istenmiştir. Testi geçen tasarım ürünlerinin maliyetleri açıklanmış, matematik sınırlılıkları incelenmiş ve en düşük maliyetle, matematik sınırlılıklarına dikkat eden ve kullanışlılığı sağlayan tasarım ürünü açıklanmıştır.

Çalışma sonucunda araştırmacı hazırlamış olduğu grup görüşme sorularını Edmodo üzerinden o haftanın çalışma grupları ile paylaşmıştır ve hazırlık grupları, grup görüşme sorularını bireysel olarak cevaplayarak; Edmodo aracılığıyla araştırmacıya teslim etmiştir. Ayrıca hazırlık grupları 5E ders planlarını sınıf ortamında uygulamalarını yapmadan önce Edmodo aracılığıyla araştırmacıya teslim etmiştir. Bu şekilde araştırmacı, süreci kontrol edebilmiş, eksik veya vurgulanması gereken yerleri öğretmen adayları ile paylaşabilmiş ve 5E ders planı ile ders sürecinde gerçekleştirilecek uygulamaların uyumuna dikkat etmiştir.

Üçüncü Hafta Araştırmanın Uygulama Süreci

3. Grup öğretmen adayları “F.8.3.1. Basınç” konusunun “F.8.3.1.3. Katı, sıvı ve gazların basınç özelliklerinin günlük yaşam ve teknolojideki uygulamalarına örnek verir.” Kazanımını 5E + Mühendislik Tasarım ders anlatımlarını yapmıştır ve grup öğretmen adayları tarafından çalışma gruplarının MTDP üzerinde tasarım uygulamalarını gerçekleştirmeleri sağlanmıştır. Kazanımda yer alan katı, sıvı ve gaz öğelerinden yalnızca katı basıncı dikkate alınmıştır. 4. Hazırlık grubu öğretmen adayları ise “F.6.5.4. Sesin Maddeyle Etkileşmesi” konusunun “F.6.5.4.3. Ses yalıtımının önemini açıklar.” “F.6.5.4.4. Akustik uygulamalarına örnekler verir.” “F.6.5.4.5. Sesin yalıtımı veya akustik uygulamalarına örnek teşkil edecek ortam tasarımı yapar.” Kazanımlarını 5 E + Mühendislik Tasarım ders anlatımlarını yapmıştır ve grup öğretmen adayları tarafından çalışma gruplarının

MTDP üzerinde tasarım uygulamalarını gerçekleştirmeleri sağlanmıştır. Hazırlık grupları ilk olarak 5E modeli temelli kazanım sunumunu gerçekleştirmiştir. Daha sonra hazırlık grubu tarafından MTDP, çalışma gruplarına dağıtılmıştır. MTDP öncelikle bir problem ve problem sorusu ile başlamaktadır. Bu problem hazırlık grupları tarafından hikayeleştirilmiş ve problem sorusunda çalışma gruplarından bu probleme çözüm bulmaları istenmiştir. Probleme çözüm bulması gereken çalışma grupları, öncelikle problemin çözümünü oluşturacak tasarımın çizimini yapmışlardır ve daha sonra yapmak istedikleri tasarımın maliyetini MTDP’de yer alan maliyet tablosuna yazmışlardır. Ürünün ortaya çıkma sürecinde öğretmen adayları MTDP’de yer alan matematik sınırlılıklarına dikkat etmiş ve bu sınırlılıklara göre tasarımlarını oluşturmaya çalışmışlardır. Bu aşamadan sonra çalışma grupları var olan malzemeleri kullanarak tasarım ürünlerini oluşturmaya başlamışlardır. Süreç esnasında daha az ve düşük maliyetli materyal kullanmaya özen göstermiş; tasarım ürününün kullanışlı olmasına dikkat etmişlerdir. Tasarım ürünleri oluştuktan sonra çalışma gruplarından birer grup lideri seçilmiş ve grup liderlerinden tasarımlarını sınıf önünde test etmesi istenmiştir. Testi geçen tasarım ürünlerinin maliyetleri açıklanmış, matematik sınırlılıkları incelenmiş ve en düşük maliyetle, matematik sınırlılıklarına dikkat eden, kullanışlılığı sağlayan tasarım ürünü açıklanmıştır.

Çalışma sonucunda araştırmacı hazırlamış olduğu grup görüşme sorularını Edmodo üzerinden o haftanın çalışma grupları ile paylaşmıştır ve hazırlık grupları, grup görüşme sorularını bireysel olarak cevaplayarak; Edmodo aracılığıyla araştırmacıya teslim etmiştir. Ayrıca hazırlık grupları 5E ders planlarını sınıf ortamında uygulamalarını yapmadan önce Edmodo aracılığıyla araştırmacıya teslim etmiştir. Bu şekilde araştırmacı, süreci kontrol edebilmiş, eksik veya vurgulanması gereken yerleri öğretmen adayları ile paylaşabilmiş ve 5E ders planı ile ders sürecinde gerçekleştirilecek uygulamaların uyumuna dikkat etmiştir.

Dördüncü Hafta Araştırmanın Uygulama Süreci

5. Grup öğretmen adayları “F.6.7.1. İletken ve Yalıtkan maddeler” konusunun “F.6.7.1.1. Tasarladığı elektrik devresini kullanarak maddeleri, elektriği iletme durumlarına göre sınıflandırır.” “F.6.7.1.2. Maddelerin elektriksel iletkenlik ve yalıtkanlık özelliklerinin günlük yaşamda hangi amaçla kullanıldığını örneklerle açıklar.” Kazanımlarını 5E + Mühendislik Tasarım ders anlatımlarını yapmıştır ve grup öğretmen adayları tarafından çalışma gruplarının MTDP üzerinde tasarım uygulamalarını gerçekleştirmeleri sağlanmıştır. 6. Hazırlık grubu öğretmen adayları ise “F.7.4.3. Karışımlar” konusunun “F.7.4.3.2. Günlük yaşamda karşılaştığı çözücü ve çözünenleri kullanarak çözelti hazırlar.” “F.7.4.3.3. Çözünme hızına etki eden faktörleri deney olarak belirler. a.

Temas yüzeyi, karıştırma ve sıcaklık faktörlerine değinilir. b. Bağımlı, bağımsız ve kontrol edilen değişken kavram gruplarına vurgu yapılır.” “F.7.4.4.1. Karışımların ayrılması için kullanılacak yöntemlerden uygun olanı seçerek uygular. a. Karışımların ayrılması kullanılacak yöntemlerden buharlaştırma, yoğunluk farkı ve damıtma üzerinde durulur.” Kazanımlarını 5E + Mühendislik Tasarım ders anlatımlarını yapmıştır ve grup öğretmen adayları tarafından çalışma gruplarının MTDP üzerinde tasarım uygulamalarını gerçekleştirmeleri sağlanmıştır. Hazırlık grupları ilk olarak 5E modeli temelli kazanım sunumunu gerçekleştirmişlerdir. Daha sonra hazırlık grubu tarafından MTDP, çalışma gruplarına dağıtılmıştır. MTDP öncelikle bir problem ve problem sorusu ile başlamaktadır. Bu problem hazırlık grupları tarafından hikayeleştirilmiş ve problem sorusunda çalışma gruplarından bu probleme çözüm bulmaları istenmiştir. Probleme çözüm bulması gereken çalışma grupları, öncelikle problemin çözümünü oluşturacak tasarımın çizimini yapmışlardır ve daha sonra yapmak istedikleri tasarımın maliyetini MTDP’de yer alan maliyet tablosuna yazmışlardır. Ürünün ortaya çıkma sürecinde öğretmen adayları MTDP’de yer alan matematik sınırlılıklarına dikkat etmiş ve bu sınırlılıklara göre tasarımlarını oluşturmaya çalışmışlardır. Bu aşamadan sonra çalışma grupları var olan malzemeleri kullanarak tasarım ürünlerini oluşturmaya başlamışlardır. Süreç esnasında daha az ve düşük maliyetli materyal kullanmaya özen göstermiş; tasarım ürününün kullanışlı olmasına dikkat etmişlerdir. Tasarım ürünleri oluştuktan sonra çalışma gruplarından birer grup lideri seçilmiş ve grup liderlerinden tasarımlarını sınıf önünde test etmesi istenmiştir. Testi geçen tasarım ürünlerinin maliyetleri açıklanmış, matematik sınırlılıkları incelenmiş ve en düşük maliyetle, matematik sınırlılıklarına dikkat eden, kullanışlılığı sağlayan tasarım ürünü açıklanmıştır.

Çalışma sonucunda araştırmacı hazırlamış olduğu grup görüşme sorularını Edmodo üzerinden o haftanın çalışma grupları ile paylaşmıştır ve hazırlık grupları, grup görüşme sorularını bireysel olarak cevaplayarak; Edmodo aracılığıyla araştırmacıya teslim etmiştir. Ayrıca hazırlık grupları 5E ders planlarını sınıf ortamında uygulamalarını yapmadan önce Edmodo aracılığıyla araştırmacıya teslim etmiştir. Bu şekilde araştırmacı, süreci kontrol edebilmiş, eksik veya vurgulanması gereken yerleri öğretmen adayları ile paylaşabilmiş ve 5E ders planı ile ders sürecinde gerçekleştirilecek uygulamaların uyumuna dikkat etmiştir.

Beşinci Hafta Araştırmanın Uygulama Süreci

7. Grup öğretmen adayları “F.7.4.5. Evsel Atıklar ve Geri Dönüşüm” konusunun “F.7.4.5.1. Evsel atıklarda geri dönüştürülebilir ve dönüştürülemeyen maddeleri ayırt eder.” “F.7.4.5.3. Geri dönüşümü, kaynakların etkili kullanımı açısından sorgular. a. Geri dönüşüm tesislerinin ekonomiye

katkısı vurgulanır.” Kazanımlarını 5E + Mühendislik Tasarım ders anlatımlarını ders anlatımlarını yapmıştır ve grup öğretmen adayları tarafından çalışma gruplarının MTDP üzerinde tasarım uygulamalarını gerçekleştirmeleri sağlanmıştır. 8. Hazırlık grubu öğretmen adayları ise “F.7.7.1. Ampullerin Bağlanma Şekilleri” konusunun “F.7.7.1.3. Elektrik akımını tanımlar.” “F.7.7.1.6. Özgün bir aydınlatma aracı tasarlar. Öncelikle tasarımını çizimle ifade etmesi istenir. Şartlar uygunsa üç boyutlu modele dönüştürmesi istenebilir.” Kazanımlarını 5E + Mühendislik Tasarım ders anlatımlarını yapmıştır ve grup öğretmen adayları tarafından çalışma gruplarının MTDP üzerinde tasarım uygulamalarını gerçekleştirmeleri sağlanmıştır. Hazırlık grupları ilk olarak 5E modeli temelli kazanım sunumunu gerçekleştirmişlerdir. Daha sonra hazırlık grubu tarafından MTDP, çalışma gruplarına dağıtılmıştır. MTDP öncelikle bir problem ve problem sorusu ile başlamaktadır. Bu problem hazırlık grupları tarafından hikayeleştirilmiş ve problem sorusunda çalışma gruplarından bu probleme çözüm bulmaları istenmiştir. Probleme çözüm bulması gereken çalışma grupları, öncelikle problemin çözümünü oluşturacak tasarımın çizimini yapmışlardır ve daha sonra yapmak istedikleri tasarımın maliyetini MTDP’de yer alan maliyet tablosuna yazmışlardır. Ürünün ortaya çıkma sürecinde öğretmen adayları MTDP’de yer alan matematik sınırlılıklarına dikkat etmiş ve bu sınırlılıklara göre tasarımlarını oluşturmaya çalışmışlardır. Bu aşamadan sonra çalışma grupları var olan malzemeleri kullanarak tasarım ürünlerini oluşturmaya başlamışlardır. Süreç esnasında daha az ve düşük maliyetli materyal kullanmaya özen göstermiş; tasarım ürününün kullanışlı olmasına dikkat etmişlerdir. Tasarım ürünleri oluştuktan sonra çalışma gruplarından birer grup lideri seçilmiş ve grup liderlerinden tasarımlarını sınıf önünde test etmesi istenmiştir. Testi geçen tasarım ürünlerinin maliyetleri açıklanmış, matematik sınırlılıkları incelenmiş ve en düşük maliyetle, matematik sınırlılıklarına dikkat eden, kullanışlılığı sağlayan tasarım ürünü açıklanmıştır.

Çalışma sonucunda araştırmacı hazırlamış olduğu grup görüşme sorularını Edmodo üzerinden o haftanın çalışma grupları ile paylaşmıştır ve hazırlık grupları, grup görüşme sorularını bireysel olarak cevaplayarak; Edmodo aracılığıyla araştırmacıya teslim etmiştir. Ayrıca hazırlık grupları 5E ders planlarını sınıf ortamında uygulamalarını yapmadan önce Edmodo aracılığıyla araştırmacıya teslim etmiştir. Bu şekilde araştırmacı, süreci kontrol edebilmiş, eksik veya vurgulanması gereken yerleri öğretmen adayları ile paylaşabilmiş ve 5E ders planı ile ders sürecinde gerçekleştirecek uygulamaların uyumuna dikkat etmiştir.

Altıncı Hafta Araştırmanın Uygulama Süreci

9. Grup öğretmen adayları “F.8.3. Basınç” konusunun “F.8.3.1.2. Sıvı basıncını etkileyen değişkenleri tahmin eder ve tahminlerini test eder.” “F.8.3.1.3. Katı, sıvı ve gazların basınç özelliklerinin günlük yaşam ve teknolojideki uygulamalarına örnekler verir (sıvı basıncı).” Kazanımlarını 5E + Mühendislik Tasarım olarak ders anlatımlarını yapmıştır ve grup öğretmen adayları tarafından çalışma gruplarının MTDP üzerinde tasarım uygulamalarını gerçekleştirmeleri sağlanmıştır. 10. Hazırlık grubu öğretmen adayları ise “F.6.4.3. Madde ve Isı” konusunun “F.6.4.3.1. Maddeleri, ısı iletimi bakımından sınıflandırır.” “F.6.4.3.2. Binalarda kullanılan ısı yalıtım malzemelerinin seçilme ölçütlerini belirler.” “F.6.4.3.3. Alternatif ısı yalıtım malzemeleri geliştirir.” Kazanımlarını 5E + Mühendislik Tasarım ders anlatımlarını yapmıştır ve grup öğretmen adayları tarafından çalışma gruplarının MTDP üzerinde tasarım uygulamalarını gerçekleştirmeleri sağlanmıştır. Hazırlık grupları ilk olarak 5E modeli temelli kazanım sunumunu gerçekleştirmişlerdir. Daha sonra hazırlık grubu tarafından MTDP, çalışma gruplarına dağıtılmıştır. MTDP öncelikle bir problem ve problem sorusu ile başlamaktadır. Bu problem hazırlık grupları tarafından hikayeleştirilmiş ve problem sorusunda çalışma gruplarından bu probleme çözüm bulmaları istenmiştir. Probleme çözüm bulması gereken çalışma grupları, öncelikle problemin çözümünü oluşturacak tasarımın çizimini yapmışlardır ve daha sonra yapmak istedikleri tasarımın maliyetini MTDP’de yer alan maliyet tablosuna yazmışlardır. Ürünün ortaya çıkma sürecinde öğretmen adayları MTDP’de yer alan matematik sınırlılıklarına dikkat etmiş ve bu sınırlılıklara göre tasarımlarını oluşturmaya çalışmışlardır. Bu aşamadan sonra çalışma grupları var olan malzemeleri kullanarak tasarım ürünlerini oluşturmaya başlamışlardır. Süreç esnasında daha az ve düşük maliyetli materyal kullanmaya özen göstermiş; tasarım ürününün kullanışlı olmasına dikkat etmişlerdir. Tasarım ürünleri oluştuktan sonra çalışma gruplarından birer grup lideri seçilmiş ve grup liderlerinden tasarımlarını sınıf önünde test etmesi istenmiştir. Testi geçen tasarım ürünlerinin maliyetleri açıklanmış, matematik sınırlılıkları incelenmiş ve en düşük maliyetle, matematik sınırlılıklarına dikkat eden, kullanışlılığı sağlayan tasarım ürünü açıklanmıştır.

Çalışma sonucunda araştırmacı hazırlamış olduğu grup görüşme sorularını Edmodo üzerinden o haftanın çalışma grupları ile paylaşmıştır ve hazırlık grupları, grup görüşme sorularını bireysel olarak cevaplayarak; Edmodo aracılığıyla araştırmacıya teslim etmiştir. Ayrıca hazırlık grupları 5E ders planlarını sınıf ortamında uygulamalarını yapmadan önce Edmodo aracılığıyla araştırmacıya teslim etmiştir. Bu şekilde araştırmacı, süreci kontrol edebilmiş, eksik veya vurgulanması gereken yerleri öğretmen adayları ile paylaşabilmiş ve 5E ders planı ile ders sürecinde gerçekleştirilecek uygulamaların uyumuna dikkat etmiştir.

Yedinci Hafta Araştırmanın Uygulama Süreci

11. Grup öğretmen adayları “F.8.5.1. Basit Makineler” konusunun “F.8.5.1.1. Basit makinelerin sağladığı avantajları örnekler üzerinden açıklar.” “Basit makinelerden, sabit makara, hareketli makara, palanga, kaldıraç, eğik düzlem ve çıkrık üzerinde durulur. Dişli çarklar, vida ve kasnakların da birer basit makine olduğu görsellerle belirtilir, ayrıntıya girilmez. Basit makinelerde işten kazanç olmadığı vurgulanır ve matematiksel bağlantılara girilmez.” ve son olarak ortaya bir tasarım ürünü çıkmasını sağlayan “F.8.5.1.2. Basit makinelerden yararlanarak günlük yaşamda iş kolaylığı sağlayacak bir düzenek tasarlar.” Kazanımlarını 5E + Mühendislik Tasarım olarak ders anlatımlarını yapmıştır ve çalışma gruplarının MDTP üzerinde tasarım uygulamalarını gerçekleştirmeleri sağlanmıştır. 12. Hazırlık grubu öğretmen adayları ise “F.8.7.3. Elektrik Enerjisinin Dönüşümü” konusunun “8.7.3.1. Elektrik enerjisinin ısı, ışık ve hareket enerjisine dönüştüğü uygulamalara örnekler verir.” “a. Güvenlik açısından elektrik sigortasının önemi üzerinde durulur.” “b. Robotların, elektrik enerjisinin, hareket enerjisine dönüşümü temel alınarak geliştirildiği vurgulanır.” Son olarak ortaya bir tasarım ürünü çıkarmayı hedefleyen “8.7.3.2. Elektrik enerjisinin ısı, ışık veya hareket enerjisine dönüşümünü temel alan bir model tasarlar.” Kazanım ile tasarım uygulama süreci gerçekleştirilir. Bu kazanım doğrultusunda ise öncelikle öğretmen adaylarından tasarımlarını çizimle ifade etmeleri istenmiştir. Şartlar uygunsa gerçekleştirilen ürünün öğretmen adayları tarafından üç boyutlu modele dönüştürülmesi istenir. Kazanımlarını 5E + Mühendislik Tasarım olarak ders anlatımlarını yapmıştır ve çalışma gruplarının MDTP üzerinde tasarım uygulamalarını gerçekleştirmeleri sağlanmıştır. Hazırlık grupları ilk olarak 5E modeli temelli kazanım sunumunu gerçekleştirmişlerdir. Daha sonra hazırlık grubu tarafından MTDP, çalışma gruplarına dağıtılmıştır. MDTP öncelikle bir problem ve problem sorusu ile başlamaktadır. Bu problem hazırlık grupları tarafından hikayeleştirilmiş ve problem sorusunda çalışma gruplarından bu probleme çözüm bulmaları istenmiştir. Probleme çözüm bulması gereken çalışma grupları, öncelikle problemin çözümünü oluşturacak tasarımın çizimini yapmışlardır ve daha sonra yapmak istedikleri tasarımın maliyetini MTDP’de yer alan maliyet tablosuna yazmışlardır. Ürünün ortaya çıkma sürecinde öğretmen adayları MTDP’de yer alan matematik sınırlılıklarına dikkat etmiş ve bu sınırlılıklara göre tasarımlarını oluşturmaya çalışmışlardır. Bu aşamadan sonra çalışma grupları var olan malzemeleri kullanarak tasarım ürünlerini oluşturmaya başlamışlardır. Süreç esnasında daha az ve düşük maliyetli materyal kullanmaya özen göstermiş; tasarım ürününün kullanışlı olmasına dikkat etmişlerdir. Tasarım ürünleri oluştuktan sonra çalışma gruplarından birer grup lideri seçilmiş ve grup liderlerinden tasarımlarını sınıf önünde test etmesi istenmiştir. Testi geçen tasarım ürünlerinin maliyetleri açıklanmış, matematik sınırlılıkları

incelenmiş ve en düşük maliyetle, matematik sınırlılıklarına dikkat eden, kullanılabilirliği sağlayan tasarım ürünü açıklanmıştır.

Çalışma sonucunda araştırmacı hazırlamış olduğu grup görüşme sorularını Edmodo üzerinden o haftanın çalışma grupları ile paylaşmıştır ve hazırlık grupları, grup görüşme sorularını bireysel olarak cevaplayarak; Edmodo aracılığıyla araştırmacıya teslim etmiştir. Ayrıca hazırlık grupları 5E ders planlarını sınıf ortamında uygulamalarını yapmadan önce Edmodo aracılığıyla araştırmacıya teslim etmiştir. Bu şekilde araştırmacı, süreci kontrol edebilmiş, eksik veya vurgulanması gereken yerleri öğretmen adayları ile paylaşabilmiş ve 5E ders planı ile ders sürecinde gerçekleştirilecek uygulamaların uyumuna dikkat etmiştir.

Sekizinci Hafta Araştırmanın Uygulama Süreci

13. Grup öğretmen adayları “F.8.1.3. Yıkıcı Doğa Olayları” konusunun “F.8.1.3.1. Doğal süreçlerin neden olduğu yıkıcı doğa olaylarını açıklar.” “a. Depremler, volkanik patlamalar, seller, heyelanlar, kasırgalara ayrıntıya girilmeden verilir.” ve son olarak ortaya bir tasarım ürünü çıkmasını sağlayan “F.8.1.3.2. Yıkıcı doğa olaylarından korunma yollarını ifade eder.” Kazanımlarını 5E + Mühendislik Tasarım olarak ders anlatımlarını yapmıştır ve çalışma gruplarının MDTP üzerinde tasarım uygulamalarını gerçekleştirmeleri sağlanmıştır.

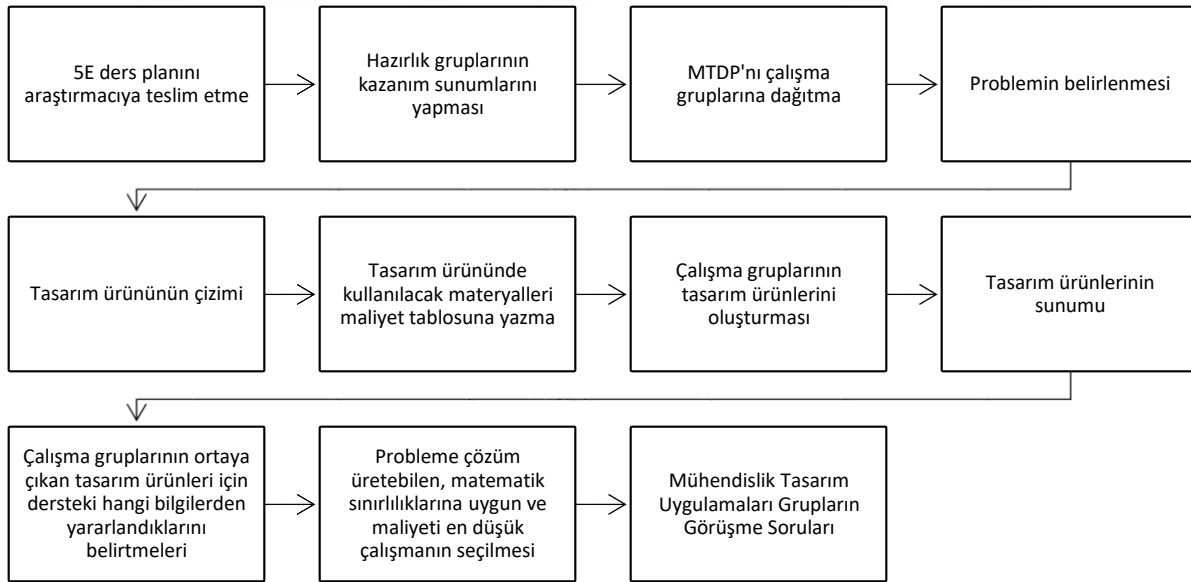
Kazanımlarını 5E + Mühendislik Tasarım olarak ders anlatımlarını yapmıştır ve çalışma gruplarının MDTP üzerinde tasarım uygulamalarını gerçekleştirmeleri sağlanmıştır. Hazırlık grupları ilk olarak 5E modeli temelli kazanım sunumunu gerçekleştirmişlerdir. Daha sonra hazırlık grubu tarafından MTDP, çalışma gruplarına dağıtılmıştır. MDTP öncelikle bir problem ve problem sorusu ile başlamaktadır. Bu problem hazırlık grupları tarafından hikayeleştirilmiş ve problem sorusunda çalışma gruplarından bu probleme çözüm bulmaları istenmiştir. Probleme çözüm bulması gereken çalışma grupları, öncelikle problemin çözümünü oluşturacak tasarımın çizimini yapmışlardır ve daha sonra yapmak istedikleri tasarımın maliyetini MTDP’de yer alan maliyet tablosuna yazmışlardır. Ürünün ortaya çıkma sürecinde öğretmen adayları MTDP’de yer alan matematik sınırlılıklarına dikkat etmiş ve bu sınırlılıklara göre tasarımlarını oluşturmaya çalışmışlardır. Bu aşamadan sonra çalışma grupları var olan malzemeleri kullanarak tasarım ürünlerini oluşturmaya başlamışlardır. Süreç esnasında daha az ve düşük maliyetli materyal kullanmaya özen göstermiş; tasarım ürününün kullanılabilirliğine dikkat etmişlerdir. Tasarım ürünleri oluştuktan sonra çalışma gruplarından birer grup lideri seçilmiş ve grup liderlerinden tasarımlarını sınıf önünde test etmesi istenmiştir. Testi geçen tasarım ürünlerinin maliyetleri

açıklanmış, matematik sınırlılıkları incelenmiş ve en düşük maliyetle, matematik sınırlılıklarına dikkat eden, kullanılabilirliği sağlayan tasarım ürünü açıklanmıştır.

Çalışma sonucunda araştırmacı hazırlamış olduğu grup görüşme sorularını Edmodo üzerinden o haftanın çalışma grupları ile paylaşmıştır ve hazırlık grupları, grup görüşme sorularını bireysel olarak cevaplayarak; Edmodo aracılığıyla araştırmacıya teslim etmiştir. Ayrıca hazırlık grupları 5E ders planlarını sınıf ortamında uygulamalarını yapmadan önce Edmodo aracılığıyla araştırmacıya teslim etmiştir. Bu şekilde araştırmacı, süreci kontrol edebilmiş, eksik veya vurgulanması gereken yerleri öğretmen adayları ile paylaşabilmiş ve 5E ders planı ile ders sürecinde gerçekleştirilecek uygulamaların uyumuna dikkat etmiştir.

Dokuzuncu Hafta Araştırmanın Uygulama Süreci

Araştırmanın son haftasında öğretmen adaylarına son test “Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği” ve “Mühendislik Becerileri Anketi” uygulanmıştır. Bu şekilde her hafta gerçekleştirilen uygulamaların daha iyi anlaşılabilmesi için devamında, Mühendislik Tasarım Uygulamaları (MTU) sürecinin basamakları detaylı bir şekilde açıklanmıştır.



Şekil 3.2. Öğretmen Adaylarının Mühendislik Tasarım Uygulamaları Çalışma Süreci

3.5. Mühendislik Tasarım Uygulamaları Süreç Basamakları

Araştırma sürecinde öğretmen adaylarının MTU çalışma süreçleri Şekil 1'de görüldüğü şekilde yapılandırılmıştır. Her hafta, öğretmen adaylarından oluşan çalışma grupları bu süreci takip etmiştir. Uygulama süreci aşağıda detaylıca açıklanan adımlar çerçevesinde gerçekleşmiştir.

1. 5E ders planını araştırmacıya teslim etme: Her hafta MTU hazırlıklarını yapan çalışma grupları, sınıf ortamında uygulama sürecine başlamadan önce 5E ders planlarını araştırmacıya teslim etmişlerdir. 5E ders planının araştırmacıya teslim edilmesi ile araştırmacı, 5E ders planı ile uygulama süreci arasındaki uyumu incelemiştir.

2. Hazırlık gruplarının kazanım sunumlarını yapması: Çalışma grupları 5E ders planlarında yer alan kazanımlarını her hafta diğer öğretmen adayı arkadaşlarına sunum yaparak; onları MTU'na hazırlamıştır. Öğretmen adaylarının sunum süreçlerinde, yaparak yaşayarak öğrenme modeli esas alınmıştır.

3. MTDP 'nı çalışma gruplarına dağıtma: Hazırlık grupları tarafından hazırlanmış olan MTDP, çalışma gruplarına dağıtılmıştır. Daha sonra çalışma gruplarından gönüllü bir öğretmen adayı seçilmiş ve bu öğretmen adayından sesli bir şekilde problem hikayesini okuması istenmiştir.

4. Problemin belirlenmesi: Hazırlık grupları tarafından hazırlanan problem hikayesini, her bir çalışma grubu kendi içerisinde tartışarak sonucunda bulmuş oldukları olası çözümleri birbirleriyle paylaşmışlardır.

Emir ve babası hafta sonu alışveriş merkezine gitmeye karar verirler ve arabalarına binip yola çıkarlar. Arabalarını otoparka park etmeye karar verirler. Otoparkta boş yer bulmuşken başka bir arabanın da aynı yere park etmek için beklediğini görürler. Emir başka bir boş yer arar fakat bulamaz. Mecburen iki arabadan biri oraya park etmek zorundadır. Diğer araba onlardan önce geldiği için Emir ve babası park edemez. Park edecek bir yer bulmak için çok zaman kaybeden Emir'in babası bu duruma çok sinirlenir. Babasının sinirlenmesine üzülen ve bunun diğer insanlar için de bir sorun olduğunu düşünen Emir, çözüm yolu bulmak için araştırma yapar ve yaptığı araştırmalar sonucu bir tasarım hazırlar.

***Tasarımınızı yaparken yüksekliğinin en fazla 15 cm, genişliğinin ise en fazla 20x21 cm olmasına dikkat ediniz.**

Resim 3.5. 5. Hafta Hazırlık Grubu MTDP Problem Hikayesi

5. Tasarım ürününün çizilmesi: Çalışma grupları tasarım ürünlerini gerçekleştirmeden önce tasarım ürünlerinin çizimlerini yaparak matematik sınırlılıklarını çizime not almışlardır.

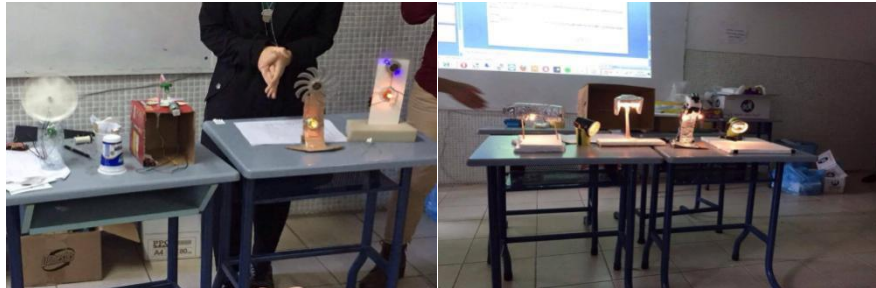
6. Tasarım ürününde kullanılacak materyalleri maliyet tablosuna yazma: MTU sonucunda en düşük maliyetli tasarım ürünü dikkate alınacağı için, çalışma gruplarından materyallerinin maliyetlerini maliyet tablosuna not almaları istenmiştir. Çalışma grupları tasarım ürünlerini oluşturdukları süre boyunca ekleyip çıkardıkları materyalleri ve materyallerin maliyetlerini MTDP'nda yer alan maliyet tablosuna not almıştır.

7. Çalışma gruplarının tasarım ürünlerini oluşturması: Çalışma grupları tasarım ürünlerini oluştururken, hazırlık gruplarının getirmiş olduğu materyalleri kullanmaları istenmiştir. Kendi tasarım ürünlerini oluşturan çalışma grupları, uygulama öncesinde hazırlık gruplarının yapmış olduğu kazanım sunumunu dikkate alarak tasarım ürünlerini oluşturmuşlardır.

8. Tasarım ürünlerinin sunumu: Uygulama sonrasında tasarım ürünlerini oluşturan her çalışma grubu ilk önce tasarım ürününü test eder ve tasarım ürününün probleme çözüm getirip getirmediği incelenir. Test sürecinden geçen ürünler için her bir çalışma grubu tasarım ürününde kullanılan malzemeleri, kullanılan malzemelerin toplam maliyetini, tasarım ürünün matematik sınırlılıklarına uygunluğunu, sınıf arkadaşları ile paylaşmıştır.

9. Probleme çözüm üretebilen, matematik sınırlılıklarına uygun ve maliyeti en düşük çalışmanın seçilmesi: Çalışma grupları tasarım ürünlerin sınıf ortamında test ettikten sonra, sınıf arkadaşları tasarım ürünlerinin probleme çözüm üretebilmesine, matematik sınırlılıklarına uygun olmasına ve diğer ürünlere kıyasla düşük maliyette olmasına dikkat etmişlerdir. İncelemeler sonucunda kriterleri en iyi şekilde sağlayan tasarım ürünü seçilmiş ve tüm sınıfla sözlü olarak paylaşmıştır.

3.5.1. Araştırma Sürecinde Geliştirilen Mühendislik Tasarım Ürünleri



Resim 3.6. Araştırma Sürecinde Geliştirilen Mühendislik Tasarım Ürün Örnekleri

Araştırmanın uygulama sürecinde öğretmen adayları gruplar halinde çalışarak ortaya bir tasarım ürünü çıkarmışlardır. Bu bağlamda öğretmen adayları birbirinden farklı kazanımlar ile

ilişki tasarım ürünleri ortaya çıkarmışlardır. Tasarım problemi grup öğretmen adayları tarafından oluşturulmuş ve her hafta araştırmacının rehberliği eşliğinde tasarım planları hazırlanmıştır. Resim 1'de yer alan ilk tasarım ürünü T8'e ait olan "*Ampüllerin Bağlanma Şekilleri*" kazanımı ile ilişkili olan "*Özgün Bir Aydınlatma Aracı*" tasarımıdır. Resim 1'de yer alan ikinci resim ise T5'e ait olan "*İletken ve Yalıtkan Maddeler*" kazanımı ile ilişkili olan "*Elektrik Sistemi Sinsi Tehlike*" tasarımıdır.

Her iki verilen örnek tasarım ürünü de Mühendislik Tasarım Ders Planı'na bağlı kalarak hazırlanmış ve aynı süreçleri geçirerek öğretmen adayları tarafından oluşturulmuştur. Resim 1'de görüldüğü üzere tasarım ürünleri oluşturulduktan sonra, ürünleri oluşturan grup öğretmen adayları kendi tasarımlarını sınıf önünde sunmuş ve mevcut probleme çözüm üretip üretmedikleri test edilmiştir. Daha sonra öğretmen adaylarının ortaya çıkan tasarım ürünleri hakkındaki görüşleri, araştırmacı tarafından öğretmen adayları ile yapılan görüşmeler ile detaylıca incelenmiştir.

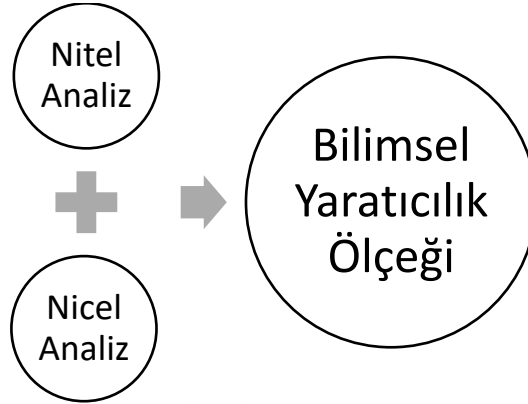
3.6. Verilerin Analizi

Karma yöntemler araştırma yöntemi ile yürütülen bu çalışmada, araştırmanın alt problemlerine cevaplar bulabilmek için veri toplama araçları doğrultusunda hem nicel hem de nitel veriler elde edilmiştir. Araştırmanın bu kısmında elde edilen nicel ve nitel verilerin analizi yer almaktadır.

3.6.1. Mühendislik Becerileri Anketi Verileri Analizi

Öğretmen adaylarının kendilerini bir mühendis gibi düşünüp güçlü yönlerini ve geliştirmeleri gereken özelliklerini işaretledikleri Mühendislik Beceri Anketi ön test son test sonucunda öğretmen adaylarının vermiş oldukları yanıtların frekanslarının hesaplanmasıyla veri analizi yapılmıştır. SPSS analiz yöntemiyle elde edilen ön test, son test MBA yanıtlarının frekansları bulunmuş ve karşılaştırılmıştır. Ön testte öğretmen adaylarının vermiş oldukları yanıtların frekans toplamı ile son test frekans toplamları karşılaştırılarak sütun grafiği üzerinde her bir mühendislik becerisinin ön test son test puanlarının artış veya azalış gösterip göstermediği incelenmiştir.

3.6.2. Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği Verileri Analizi



Şekil 3.3. Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği Analizi Gösterimi

Şekil 3.3'de görüldüğü üzere Bilimsel Yaratıcılık Ölçeğinden elde edilen veriler nicel analiz ve nitel analiz olmak üzere iki şekilde analiz edilmiştir.

Hu ve Adey (2002) tarafından geliştirilen ve 7 açık uçlu soru maddesi içeren Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği öğretmen adaylarına Mühendislik Tasarım Uygulamaları öncesinde ve sonrasında ön ve son test olmak üzere sunulmuştur. Öğretmen adaylarından bireysel olarak alınan yanıtlar Bilimsel Yaratıcılık Ölçeğinin; akıcılık, esneklik ve orijinallik boyutları bakımından nitel olarak içerik analiziyle araştırmacı tarafından değerlendirilmiş ve uzman tarafından güvenilirliği sağlanmıştır. Ayrıca ölçekte yer alan akıcılık, orijinallik ve esneklik boyutunda değerlendirilen açık uçlu sorular betimsel analiz ve betimleyici yorumlayıcı analiz ile incelenmiştir. Bu verilerin yanında yanıtlar kategorileştirilerek içerik analizi de yapılmıştır. Bilimsel Yaratıcılık Ölçeğinin öğretmen adayları üzerindeki gelişimini incelemek amacıyla Hu ve Adey 'in geliştirmiş oldukları değerlendirme kriterleri dikkate alınmıştır. Çalışmadan elde edilen akıcılık, orijinallik ve esneklik puanlarının "sayısallaştırılmış" nitel verilerinin nicel analiz ile desteklenmesi için öğretmen adaylarının bireyselleştirilmiş bilimsel yaratıcılık ölçeği akıcılık, orijinallik ve esneklik toplam puanlarının ön test son test ortalamaları karşılaştırılmıştır. Her bir öğretmen adayı için yapılan puanlamalar sonrasında elde edilen nicel veriler SPSS 20 programı ile analiz edilmiştir. Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği, akıcılık, orijinallik ve esneklik boyutları analiz edilirken öğretmen adaylarının almış oldukları puanları farkının normalliğe uygun olup olmadığı incelenmiştir. Çalışmada yer alan verilerin t testi ile analiz edilebilmesi için öncelikle akıcılık, orijinallik ve esneklik puanları farkının normal dağılım göstermesi beklenmektedir (Büyüköztürk, 2008). Örneklem sayısının 30'dan küçük olması ile Shapiro-Wilk testi kullanılmakta ve p değerinin 0,05'den büyük çıkması ile elde edilen puanların normalden anlamlı bir farklılığı ifade etmediği görülmektedir (Taşpınar, 2017).

Çalışmada ön-test son test toplam öğretmen adayı sayısı 26 ($N < 50$) kişi olduğundan dolayı öğrencilerin akıcılık, orijinallik ve esneklik puanlarının normal dağılıma uygunluğu için Shapiro-Wilk testi kullanılmıştır. Elde edilen puanlar normal normal dağılıma uygun olduğu için parametrik testlerden bağımlı grup t testi kullanılmıştır. Daha sonra Bilimsel Yaratıcılık Ölçeğinin Akıcılık, Orijinallik ve Esneklik boyutlarının SPSS’te etki büyüklükleri hesaplanmıştır. Eğer değişkenler bağımlı değişkendeki değişimle ilişkili ise, bir sonraki aşama bu ilişkinin “Ne kadar?” olduğunu tespit etmektir (Tabachnick ve Fidell, 2015). Bu şekilde çalışmalarda gruplara ait sonuçlar arasındaki farkların önemli olup olmadığını gösteren etki büyüklüğü ortaya çıkması beklenen sonuç değişkenine göre iki ortalama ya da iki oran arasındaki beklenen farklılık olarak ifade edilir (Dawson, 2001). Etki büyüklüğünün en yaygın kullanılabildiği Cohen, d değerinin 0,2’den küçük olması durumunda, etki büyüklüğünün zayıf, 0,5 olması durumunda orta ve 0,8 den büyük olması durumunda kuvvetli bir etki büyüklüğünün olduğu ifade edilmektedir (Yıldırım ve Yıldırım, 2011). Bu şekilde çalışmadan elde edilen sayısallaştırılmış nitel verilerin istatistiksel olarak t testi yapılmış ve veriler nicel olarak da incelenmiştir.

Bilimsel Yaratıcılık Ölçeğinden her bir öğretmen adayının yanıtı iki uzman tarafından ayrı ayrı incelenmiş ve iki puanlayıcı arasındaki uyum yüzdesi hesaplanmıştır.

Tablo 3.2.

Puanlayıcı Arasındaki Uyum Yüzdeleri

<u>Soru</u>	<u>Puanlayıcılar Arası Uyum Yüzdesi</u>
1.	85,21
2.	84,46
3.	86,68
4.	83,86
5.	90,04
6.	81,26
7.	84,14

Tablo 3.2’de puanlayıcılar arası uyum yüzdesi tüm sorular için %85 bulunmuştur.

3.6.2.1. Bilimsel Yaratıcılık Ölçeğinin Değerlendirilmesi

Bilimsel Yaratıcılık Ölçeğinin değerlendirilmesinde; Hu ve Adey (2002) tarafından geliştirilen orijinal analiz yöntemlerinden, ölçeğin Türkçeye çevrilmesine katkı sağlayan Deniz ve Balım’ın (2012) ve Kadayıfçı’nın (2008) çalışmalarından yararlanılmıştır. Hu ve Adey (2002) ve Deniz ve Balım (2012)’in değerlendirmelerine göre; 7 sorudan oluşan Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği, ilk

dört soruda akıcılık, esneklik ve orijinallik olmak üzere tüm boyutların puanlarını içermektedir. Bu boyutlar nicel ve nitel içerik analiziyle araştırmacı tarafından değerlendirilmiştir. Bu bölümde Bilimsel Yaratıcılık Ölçeğinin değerlendirme sürecini daha iyi açıklayabilmek için 7 açık uçlu sorunun çözümlenmesi detaylıca açıklanmıştır.

BYÖ İlk Dört Sorunun Analizi

Hu ve Adey (2002) tarafından geliştirilen Bilimsel Yaratıcılık Ölçeğinde yer alan ilk dört soru; akıcılık, esneklik ve orijinallik boyutlarının hepsini puanlamaktadır. Akıcılık boyutu; verilen her bir yanıtın 1 puan almasıyla tablo haline getirilerek elde edilmiştir. Orijinallik puanı ise akıcılık puanları olarak kabul edilen tüm yanıtların yanıtlanma sıklıklarının tablo haline getirilmesiyle elde edilmiştir. Öğretmen adayları tarafından verilen yanıtlar belirli kategorilere ayrıldıktan sonra, araştırmacı tarafından oluşturulan kategorilere ait yanıtların sıklıklarının toplam puanı o sorunun esneklik puanını ifade etmektedir. Aşağıdaki tabloda ilk dört soru için elde edilen akıcılık ve orijinallik puanlarının nasıl elde edildiği görülmektedir.

Tablo 3.3.

Ön Test 1. Soru Akıcılık (Frekans) ve Orijinallik Puanı Örnekleri

Yanıtlar	Akıcılık (Frekans) Puanı	Orijinallik Puanı
Prizmalar	1	2
Ateş yakma	2	2
Mikroskop	4	2
Projeksiyon	1	2
Büyüteç	1	2
Gözlük	3	2

Tablo 3.3'de görüldüğü üzere 1. soru için frekans olarak kabul edilen tüm doğru yanıtlar toplanmış ve bu yanıtların içerisinde %5 içerisine giren yanıtlar 2 puan; %5 ile %10 arasına giren yanıtlar 1 puan; %10'dan daha fazla yer alan yanıtlar ise 0 puan almıştır. Akıcılık boyutundan alınan bu puanlar, tabloda orijinallik puanlarını oluşturmuştur. Aşağıdaki tabloda esneklik boyutundan elde edilen puanlamaların nasıl elde edildiği görülmektedir.

Tablo 3.4.
Ön Test 1. Soru Esneklik Puanı Örnekleri

<i>Kategoriler ve Kodları</i>	<i>Toplam Esneklik Puanı</i>
<i>E1 Laboratuvar Malzemeleri</i>	
<i>Lam</i>	
<i>Lamel</i>	
<i>Baget</i>	
<i>Mikroskop</i>	8
<i>Beherglas</i>	
<i>Pipet</i>	
<i>Deney Araçları</i>	
<i>Petri Kabı</i>	
<i>E2 Etkinlik Amaçlı Kullanım</i>	
<i>Prizmalar</i>	
<i>Ateş yakma</i>	
<i>Işık kırılması</i>	6
<i>Sıcak su elde etme</i>	
<i>Sensörlü yapılar</i>	
<i>Teleskop</i>	
<i>E3 Koruyucu Amaçlı Kullanım</i>	
<i>Gözlük camı</i>	
<i>Pencere</i>	
<i>Saat camı</i>	
<i>Telefon ekranı</i>	9
<i>Bilgisayar ekranı</i>	
<i>Çift cam yapımı</i>	
<i>Duşa kabin</i>	
<i>Ampul</i>	
<i>Araba farı</i>	
<i>E4 Ev Eşyası Amaçlı Kullanım</i>	
<i>Sandalye</i>	
<i>Bardak</i>	
<i>Mutfak masası</i>	
<i>Süs eşyası</i>	
<i>Mutfak eşyası</i>	
<i>Kapı</i>	12
<i>Sürahi</i>	
<i>Su şişesi</i>	
<i>Zigon</i>	
<i>Pencere</i>	
<i>Duşa kabin</i>	
<i>Ampul</i>	

BYÖ Beşinci Sorunun Analizi

Bilimsel Yaratıcılık Ölçeğinde yer alan 5. Soru için yalnızca akıcılık ve orijinallik boyutları üzerinden değerlendirme yapılmıştır. Akıcılık boyutu için kabul edilen her bir yanıt 1 puan almış, orijinallik boyutu için verilen yanıtlar toplamı içinde %5'e giren yanıtlar 3 puan, %5 ile %10 arasında yer alan yanıtlar 2 puan ve %10'dan daha fazla aralıkta bulunan yanıtlar ise 1'er puan almıştır.

BYÖ Altıncı Sorunun Analizi

Bilimsel Yaratıcılık Ölçeğinde yer alan 6. Soru için yalnızca esneklik ve orijinallik boyutları üzerinden değerlendirme yapılmıştır. Yöntem içerisinde 3 puan araç için, 3 puan yöntemin ilkeleri için ve 3 puan ise izlenen yoldan alınarak puanlama gerçekleştirilmiştir. Orijinallik puanı için; verilen yanıtlar toplamının içinde %5'in altında yer alan yanıtlar 4 puan, %5 ile %10 arasında yer alan yanıtlar 2 puan, %10'dan büyük aralıkta yer alan yanıtlar ise 0 puan almıştır (Hu ve Adey, 2002).

BYÖ Yedinci Sorunun Analizi

Bilimsel Yaratıcılık Ölçeğinde yer alan 7. Soru için yalnızca esneklik ve orijinallik boyutları üzerinden değerlendirme yapılmıştır. Esneklik boyutu için her bir farklı işleve 3 puan; orijinallik boyutu için 1 ile 5 puan arasında değerlendirme yapılmıştır (Hu ve Adey, 2002).

Bilimsel Yaratıcılık Ölçeğinde öğretmen adaylarının her bir soru için vermiş oldukları yanıtlar toplanmış ve buradan geçerli olarak sayılan yanıtlar akıcılık puanını, bu cevapların farklı kategorilerde yer alması esneklik puanını ve bu yanıtların tüm cevaplar arasındaki sıklıkları orijinallik puanını oluşturmaktadır. Elde edilen bu puanlar ile öğretmen adaylarının ön test son test Bilimsel Yaratıcılık puanları hesaplanmıştır. Öğretmen adaylarının akıcılık, esneklik ve orijinallik boyutları ayrıntılı içerik analizi ile değerlendirilmiş ve ekler bölümünde sunulmuştur. 7 soru için orijinallik, akıcılık ve esneklik puanları ile esneklik kategorilerinin tamamı bulgular bölümünde yer almaktadır.

3.7. Mühendislik Tasarım Uygulamaları Grup Görüşme Soruları Analizi

Mühendislik Tasarım Uygulamaları süreci boyunca her hafta uygulama sürecinde yer alan öğretmen adaylarına, araştırmacı tarafından hazırlanan ve 4 farklı kategori başlığı altında yer alan grup görüşme soruları uygulanmıştır. Bu 4 farklı kategori; Ders anlatım planı süreci genel hazırlık , "5E+ Tasarım planı hazırlık" , "Süreç" ve "Değerlendirme" olarak belirlenmiştir. Grup görüşme

soruları betimsel analizle değerlendirilmiştir. Betimsel analizde farklı kişilerin soru hakkında farklı düşüncelerinin görüşmelerden elde edildiği şekilde aktarılması ile gerçekleşmiştir. Betimsel analizde; betimsel analiz için bir çerçeve oluşturma, tematik çerçeveye göre verilerin işlenmesi, bulguların tanımlanması ve bulguların yorumlanması aşamaları yer almaktadır (Altunışık ve diğerleri, 2010). Bu çalışmada grup görüşme sorularından elde edilen elde edilen veriler daha önceden belirlenen kategoriler altında özetlenmiş ve yorumlanmıştır. Ayrıca elde edilen sonuçlar tablolar halinde bulgular bölümünde yer almaktadır. Bu bağlamda nitel araştırma verileri, elde edilen somut verilerden soyut genellemelere gidilmesini sağlamaktadır (Baltacı, 2017). Soyut verilere ulaşırken üzerinde çalışılan sürecin geçerliği için değerlendirmeci dikkate alınmalıdır. Araştırmanın bilimsel bir şekilde dikkate alınması için araştırmadan elde edilen verilerin başka araştırmacılar tarafından da incelenmesi gerekmektedir. Bu sebeple görüşme sorularından elde edilen veriler Miles ve Huberman (1994) modeli ile analiz edilmiştir. Miles ve Huberman modelinde nitel analizin amacı elde edilen görüşme verilerin kodlanması ve bu kodlamalardan elde edilen verilerin sadeleştirilerek sonuçlara ulaşmada anlaşılır ve kolay bir yol sağlamaktır. Nitel veri analizinde araştırmacılar sorulardan elde edilen verileri toplar, veriler üzerinde sadeleştirmeler gerçekleştirir ve geriye kalan veriler kodlara ayrılarak kategorileştirilmeleri yapılmaktadır (Eisenhardt, 1989). Araştırmacının verileri çözümlerken bireysel hatalarından arınmış bir kodlama yapmasının zor olmasından dolayı, kodlamalar başka bir değerlendirmeci tarafından da yapılarak çalışmanın güvenilirliği sağlanmaktadır. Bu çalışmadan elde edilen verilerin doğrulanması amacıyla iki farklı değerlendirmeci aynı veriler üzerinde kodlama yapmıştır. Bu kodlama sonucunda ortaya çıkan benzerlik dikkate alınmıştır. Miles ve Huberman (1994) tarafından iç tutarlılık olarak nitelendirilen ve kodlayıcılar arasındaki görüş birliğini ortaya çıkararak benzerlik $\Delta = C \div (C + \partial) \times 100$ formülü ile hesaplanmıştır. Görüş birliğini ortaya çıkaracak bu formülde Δ : Güvenirlik katsayısını, C : Üzerinde görüş birliği sağlanan terim, kod veya konu sayısını, ∂ : İki farklı değerlendirmecinin çalışma üzerindeki ortak ve ortak olmayan görüşlerinin toplam sayısını ifade etmektedir. Formülden elde edilen sonucun %70 ve üzeri bir tutarlılık göstermesi çalışmanın güvenilirliğinin sağlandığını göstermektedir (Miles ve Huberman, 1994).

3.8. Mühendislik Tasarım Uygulamaları Sonrası Görüşme Soruları Analizi

Mühendislik Tasarım Uygulamaları sonrasında öğretmen adaylarına tasarım uygulamalarının öğretim süreci ile ilgili görüşlerini almak amacıyla araştırmacı tarafından hazırlanan görüşme soruları uygulanmıştır. Toplamda 9 sorudan oluşan MTU sonrası görüşme soruları betimsel analizle değerlendirilmiştir. Ayrıca elde edilen sonuçlar tablolar halinde bulgular

bölümünde yer almaktadır. Bu çalışmadan elde edilen verilerin doğrulanması amacıyla iki farklı değerlendirme için aynı veriler üzerinde kodlama yapılmıştır. Bu kodlama sonucunda ortaya çıkan benzerlik dikkate alınmıştır. Miles ve Huberman (1994) tarafından iç tutarlılık olarak nitelendirilen ve kodlayıcılar arasındaki görüş birliğini ortaya çıkaran benzerlik $\Delta = C \div (C + \partial) \times 100$ formülü ile hesaplanmıştır.

Tablo 3.5.
Mühendislik Tasarım Uygulamaları Grup Görüşme Soruları Güvenirlik Analizi

	Δ (Güvenirlik Katsayısı)	$C \div$ (Görüş Birliği Sağlanan Kodlar)	$(C + \partial)$ (Toplam elde edilen Kod Sayısı)	$\times 100$
MTUGGS	% 74,4	128	128 + 44	0,744×100

Tablo 3.6.
Mühendislik Tasarım Uygulamaları Sonrası Görüşme Soruları Güvenirlik Analizi

	Δ (Güvenirlik Katsayısı)	$C \div$ (Görüş Birliği Sağlanan Kodlar)	$(C + \partial)$ (Toplam elde edilen Kod Sayısı)	$\times 100$
MTUSGS	% 75,6	90	90+29	0,756×100

Tablo 3.5 ve 3.6'da görüldüğü üzere Miles ve Huberman güvenirlik analizi sonucunda %70 ve üzeri güvenirlik katsayılarının çıkması ile görüşme sorularının güvenirliliği sağladıkları görülmektedir.

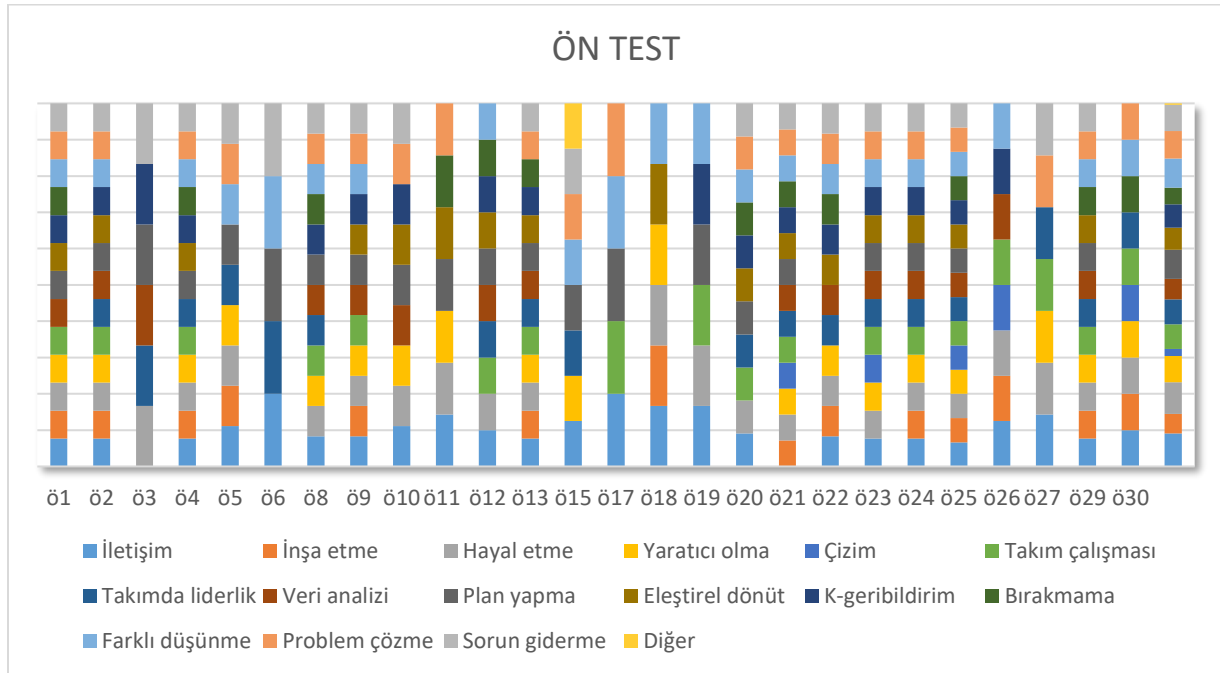
4. BULGULAR

Bu araştırmada Fen bilimleri öğretmen adaylarının mühendislik tasarım süreci uygulamalarına yönelik görüşleri, mühendislik becerileri ve bilimsel yaratıcılıklarının değerlendirilmesi araştırılmıştır. Birinci bölümde öğretmen adaylarından elde edilen “Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği” ile ilgili bulgulara yer verilmiştir. Araştırmadan elde edilen bulgularda hem nicel hem nitel veriler kullanılmıştır. Bu araştırmada Fen Bilimleri öğretmen adaylarına uygulanan; “Mühendislik Becerileri Anketi”, “Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği”, “Mühendislik Tasarım Uygulamaları Grup Görüşme Soruları” ve “Mühendislik Tasarım Uygulamaları Sonrası Görüşme Sorularına” ait bulgulara yer verilmiştir.

4.1. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Mühendislik Becerileri Anketi’nden Elde Edilen Bulgular

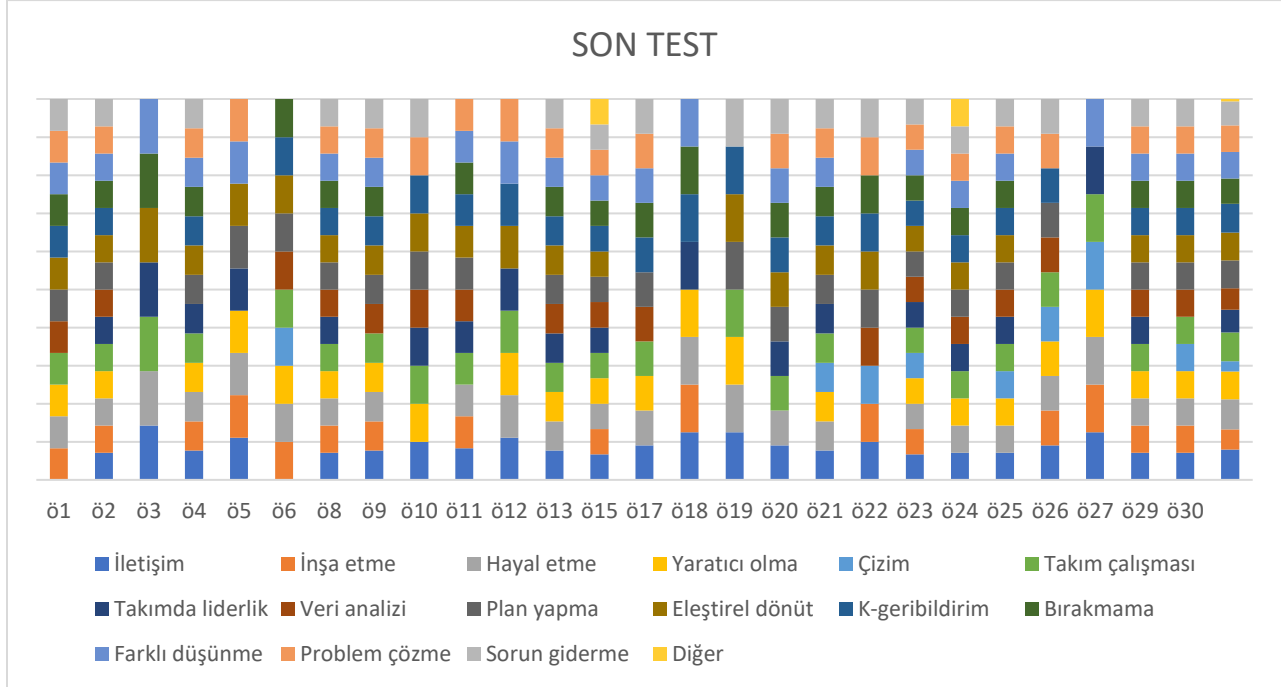
Araştırmanın ilk bulgularını oluşturan Mühendislik Becerileri Anketi; toplamda 16 anket maddesinden oluşmaktadır.

Bu bölümde öğretmen adaylarının uygulama öncesi kendilerine sunulan Mühendislik Becerileri Anketi’ne ilişkin vermiş oldukları cevapların grafiksel bulguları sunulmuştur. Grafikte öğretmen adaylarının mühendislik becerilerinin mühendislik tasarım süreci uygulamaları öncesinde ve sonrasında değişmekte olup olmadığına ilişkin anket cevapları yer almaktadır.



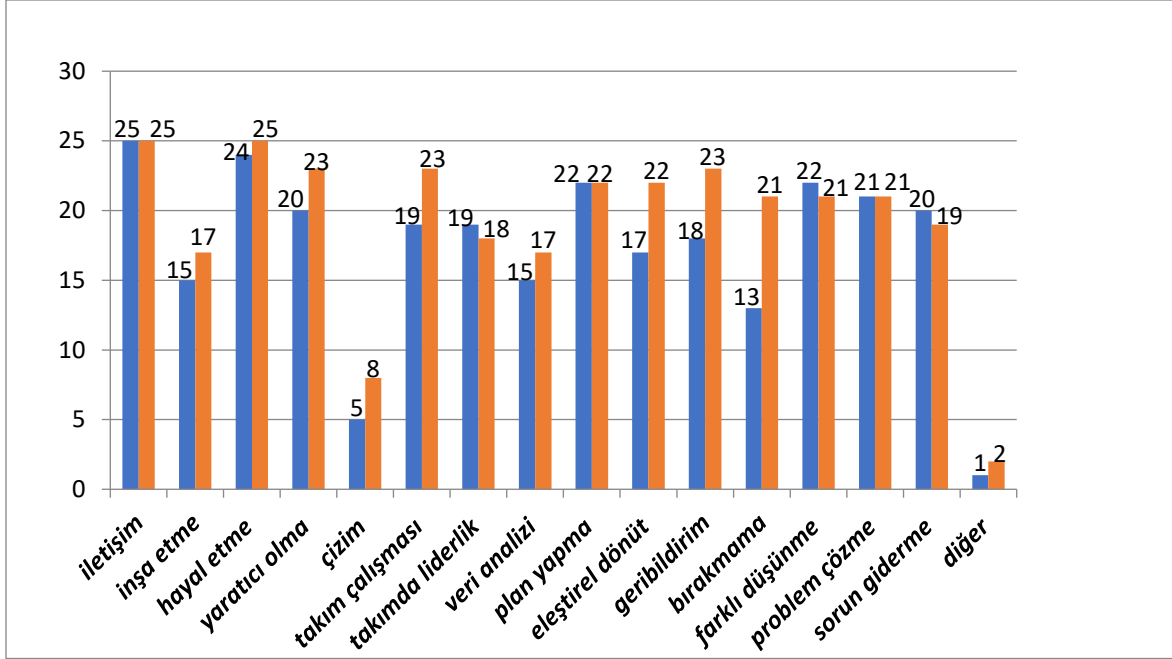
Grafik 4.1. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Mühendislik Becerileri Anketi Ön Test Bulguları

Grafik 4.1’ de görüldüğü üzere; her bir öğretmen adayının Mühendislik Becerileri Anketi’ne vermiş olduğu cevaplar görülmektedir. Grafiğe bakıldığında yalnızca ö15 kodlu öğretmen adayının “Diğer” kategorisine cevap verdiği görülmektedir. Öğretmen adayı “Diğer” kategorisine “Pratik olma” cevabını vermiştir. Bu cevap ile öğretmen adayı; bir mühendis gibi düşündüğünde, kendisini pratik biri olarak da gördüğünü ifade etmektedir. Grafik 4.1 incelendiğinde; Öğretmen adaylarının en çok “Hayal etme” becerisini yanıtladıkları görülmektedir. Bu yanıtları yüksek frekanslarına göre “Plan yapma” ve “Yaratıcı olma” yanıtlarının takip ettiği görülmektedir.



Grafik 4.2. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Mühendislik Becerileri Anketi Son Test Bulguları

Grafik 4.2’de görüldüğü üzere; her bir öğretmen adayının Mühendislik Becerileri Anketi’ne vermiş olduğu cevaplar görülmektedir. Şekli 4.2’de ö15 ve ö24 kodlu öğretmen adaylarının “Diğer” kategorisine cevap verdikleri görülmektedir. ö15 kodlu öğretmen adayı “Diğer” kategorisine “Ürün tanıtma konusunda iyiyim.” cevabını vermiştir. ö24 kodlu öğretmen adayı ise “Problem hakkında zaman ayırıp dikkatli araştırma yapabilirim.” cevabını verdiği görülmektedir.



Grafik 4.3. Mühendislik Becerileri Ön Test Son Test Frekans Karşılaştırılması

Grafik 4.3’de Mühendislik Becerilerinin ön test ve son test frekanslarının karşılaştırılması görülmektedir. Öğretmen adaylarının; “İnşa etme, Hayal etme, Yaratıcı olma, Çizim, Takım çalışması, Veri analizi, Eleştirel dönüt, Geri bildirim, Bırakmama, Problem çözme, ve Diğer” becerilerine verdikleri yanıtların son test lehine olduğu görülmektedir. “Takımda liderlik, Farklı düşünme ve Sorun giderme” becerilerinin ise son test aleyhine olduğu görülmektedir. Ayrıca öğretmen adaylarının yanıtlamış oldukları “İletişim, Plan yapma, Problem çözme” ön test ve son test yanıtlarının birbirine eşit olduğu, herhangi bir değişime uğramadıkları görülmektedir.

4.2. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ölçeğinden Elde Edilen Bulgular

Araştırmanın bu bölümünde Hu ve Adey (2002) tarafından geliştirilen Bilimsel Yaratıcılık Ölçeğinden, ölçeğin Türkçe adaptasyonunu gerçekleştiren Deniz ve Balm’ın (2012, s.7) uygulama ve analiz yöntemlerinden ve Demir (2014)’in bilimsel yaratıcılık ölçeği kategorilerinden yararlanılmıştır. Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği 7 açık uçlu sorudan oluşmaktadır. Demir (2014)’in belirttiği şekilde bu ölçekte ilk dört soruda akıcılık esneklik ve orijinallik puanları dikkate alınmaktadır. 5. soru akıcılık ve orijinallik puanlarını, 6. soru esneklik ve orijinallik puanlarını, 7. soru ise esneklik ve orijinallik puanlarını içermektedir. Akıcılık puanı verilen ayrı cevapların toplanmasıyla; esneklik puanı cevap verilen her bir yargının kullanılan her farklı kategori yaklaşım sayısının hesaplanmasıyla; orijinallik puanı ise verilen tüm yanıtların sıklıklarının tablo haline getirilmesiyle elde edilmektedir.

Bilimsel yaratıcılık ölçeğinin ilk altı sorusunun akıcılık puanları aşağıdaki tabloda görülmektedir. Ölçeğin 7. Sorusu olan “*elma toplama makinesi ile ilgili sorunun*” kriterleri arasında akıcılık yer almadığı için tabloda ön ve son uygulama akıcılık puanlarına yer verilmemiştir.

Tablo 4.1.
Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği Soruları Ön ve Son Uygulama Akıcılık Puanları

	Soru 1	Soru 2	Soru 3	Soru 4	Soru 5	Soru 6
Ön Uygulama	95	97	53	54	79	61
Son Uygulama	114	101	58	57	76	62

Tablo 4.1’de görüldüğü üzere akıcılık puanlarının son uygulama lehine bulgular elde edildiği görülmektedir fakat son uygulama akıcılık puanlarında ön uygulama akıcılık puanlarına göre büyük bir artış görülmemektedir. 5. sorunun son uygulama akıcılık puanında düşme olduğu görülmektedir.

Öğretmen adaylarının 1. 2. 3. 4. 6. ve 7. sorularından elde edilen esneklik puanları aşağıdaki tabloda görülmektedir. Bilimsel yaratıcılık ölçeğinin 5. sorusu olan “*kare ile ilgili sorunun*” kriterleri arasında esneklik yer almadığı için tabloda ön ve son uygulama esneklik puanlarına yer verilmemiştir.

Tablo 4.2.
Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği Soruları Ön ve Son Uygulama Esneklik Puanları

	Soru 1	Soru 2	Soru 3	Soru 4	Soru 6	Soru 7
Ön Uygulama	57	61	38	26	87	177
Son Uygulama	61	63	46	35	114	201

Tablo 4.2’de görüldüğü üzere beş soruya ait son uygulama lehine bulguların tabloda yer aldığı görülmektedir. Son uygulama puanlarının lehine bir tablo oluştuğu görülmektedir.

Öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılık ölçeğinden elde edilen orijinallik puanları aşağıdaki tabloda görülmektedir.

Tablo 4.3.
Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği Soruları Ön ve Son Uygulama Orijinallik Puanları

	Soru 1	Soru 2	Soru 3	Soru 4	Soru 5	Soru 6	Soru 7
Ön Uygulama	96	105	56	38	13	60	59
Son Uygulama	102	100	67	49	16	90	67

Tablo 4.3’ de görüldüğü üzere her sorunun orijinallik puanı bulunmaktadır. Son uygulama orijinallik puanlarının lehine bir puan değişimi olduğu görülmektedir.

Tablo 4.4.
Akıcılık, Esneklik ve Orijinallik Boyutlarının Ortalama Puanları

	Akıcılık Puanı	Esneklik Puanı	Orijinallik Puanı
Ön Uygulama Ortalama	73,16	74,3	61
Son Uygulama Ortalama	78	86,6	70,14

Tabloda 4.4’de görüldüğü üzere fen bilimleri öğretmen adaylarının toplam Akıcılık, Esneklik ve Orijinallik puanlarının ortalamaları hesaplanmıştır. Tablo 4.11 incelendiğinde son test uygulama puanlarının lehine bir sonucun elde edildiği görülmektedir. Ayrıca Tablo 4.4’de elde edilen “sayısallaştırılmış” nitel verilerin nicelik olarak da incelenmesi amacıyla, bilimsel yaratıcılık ölçeğinin akıcılık, orijinallik ve esneklik toplam puanlarının ön test son test puan ortalamaları arasında istatistiksel anlamlı bir farklılık olup olmadığı incelenmiş ve nicel sonuçlar tablolalar halinde sunulmuştur.

4.2.1. Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği Akıcılık Puanı Karşılaştırması

Yapılan Shapiro-Wilk testine göre, ön test ve son test de yer alan öğretmen adaylarının ($N < 30$) ön test ve son test akıcılık boyutundaki puanların farkı normal dağılım gösterdiğinden ($p = 0,086 > 0,05$) öğretmen adaylarının ön test son test grupları parametrik bir test olan bağımlı (ilişkili) gruplar için t-testi ile ilişkilendirilmiş ve sonuçlar tablolaştırılmıştır ve öğretmen adaylarının akıcılık boyutu etki büyüklüğü 0,871 olarak bulunmuştur.

Tablo 4.5.
Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği Akıcılık Puanları Farkı Normal Dağılımı

Shapiro-Wilk	
N	p
26	0,086

Tablo 4.5’de görülen Shapiro-Wilk sonuçlarına göre fark değerleri normal dağılım göstermektedir. Test sonucunda yer alan anlamlılık ($p = 0,086 > 0,05$) olarak ifade edilmektedir.

Tablo 4.6.
Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği Ön Test Son Test Akıcılık Puanları Karşılaştırılması

Bağımlı Grup	N	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	t	p
Ön Test	26	16,53	4,58	-6,938	*,000
Son Test	26	19,61	3,52		

* $p < 0,05$ düzeyinde anlamlı
($\eta^2 = 0,871$)

Tablo 4.6’da yer alan sonuçlara bakıldığında, son test BYÖ akıcılık boyutu puanı aritmetik ortalamasının 19,61; ön test BYÖ akıcılık boyutu puanının 16,53 olduğu görülmektedir. Bağımlı grup t-testi analizinden elde edilen verilere göre BYÖ akıcılık ön test ve son test arasında istatistiki anlamlı bir farklılığın olduğu görülmüştür. Buradan yola çıkarak Mühendislik Tasarım Uygulamalarının öğretmen adaylarının akıcılık puanlarına anlamlı bir şekilde etkili olduğu görülmektedir.

4.2.2. Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği Orijinallik Puanı Karşılaştırması

Yapılan Shapiro-Wilk testine göre, ön test ve son test de yer alan öğretmen adaylarının ($N < 30$) ön test ve son test orijinallik boyutundaki puanların farkı normal dağılım gösterdiğinden ($p = 0,162 > 0,05$) öğretmen adaylarının ön test son test grupları, parametrik bir test olan bağımlı (ilişkili) gruplar için t-testi ile ilişkilendirilmiş ve sonuçlar tablolaştırılmıştır ve öğretmen adaylarının orijinallik boyutu etki büyüklüğü 0,537 olarak bulunmuştur.

Tablo 4.7.

Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği Orijinallik Puanları Farkı Normal Dağılımı

Shapiro-Wilk	
N	P
26	0,162

Tablo 4.7’de görülen Shapiro-Wilk sonuçlarına göre fark değerleri normal dağılım göstermektedir. Test sonucunda yer alan anlamlılık ($p = 0,162 > 0,05$) olarak ifade edilmektedir.

Tablo 4.8.

Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği Ön Test Son Test Orijinallik Puanları Karşılaştırılması

Bağımlı Grup	N	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	t	p
Ön Test	26	11,57	4,06	-4,427	*,000
Son Test	26	15,15	4,29		

* $p < 0,05$ düzeyinde anlamlı
($\eta^2 = 0,537$)

Tablo 4.8’de yer alan sonuçlara bakıldığında, son test BYÖ orijinallik boyutu puanı aritmetik ortalamasının 15,15; ön test BYÖ orijinallik boyutu puanının 11,57 olduğu görülmektedir. Bağımlı grup t-testi analizinden elde edilen verilere göre BYÖ orijinallik ön test ve son test arasında istatistiki anlamlı bir farklılığın olduğu görülmüştür. Buradan yola çıkarak Mühendislik Tasarım Uygulamalarının öğretmen adaylarının orijinallik puanlarına anlamlı bir şekilde etkili olduğu görülmektedir.

4.2.3. Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği Esneklik Puanı Karşılaştırması

Yapılan Shapiro-Wilk testine göre, ön test ve son test de yer alan öğretmen adaylarının ($N < 30$) ön test ve son test esneklik boyutundaki puanların farkı normal dağılım gösterdiğinden ($p = 0,333 > 0,05$) öğretmen adaylarının ön test son test grupları, parametrik bir test olan bağımlı (ilişkili) gruplar için t-testi ile ilişkilendirilmiş ve sonuçlar tablolaştırılmıştır ve öğretmen adaylarının esneklik boyutu etki büyüklüğü 0,733 olarak bulunmuştur.

Tablo 4.9.

Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği Esneklik Puanları Farkı Normal Dağılımı
Shapiro-Wilk

N	P
26	0,333

Tablo 4.9'da görülen Shapiro-Wilk sonuçlarına göre fark değerleri normal dağılım göstermektedir. Test sonucunda yer alan anlamlılık ($p = 0,333 > 0,05$) olarak ifade edilmektedir.

Tablo 4.10.

Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği Ön Test Son Test Esneklik Puanları Karşılaştırılması

Bağımlı Grup	N	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	t	p
Ön Test	26	17,15	6,09	-3,092	,005
Son Test	26	20,15	4,80		

* $p < 0,05$ düzeyinde anlamlı
($\eta^2 = 0,733$)

Tablo 4.10'da yer alan sonuçlara bakıldığında, son test BYÖ esneklik boyutu puanı aritmetik ortalamasının 20,15; ön test BYÖ esneklik boyutu puanının 17,15 olduğu görülmektedir. Bağımlı grup t-testi analizinden elde edilen verilere göre BYÖ esneklik ön test ve son test arasında istatistiki anlamlı bir farklılığın olduğu görülmüştür. Buradan yola çıkarak Mühendislik Tasarım Uygulamalarının öğretmen adaylarının esneklik puanlarına anlamlı bir şekilde etkili olduğu görülmektedir.

4.2.4. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ölçeğinden Elde Edilen İçerik Analiz Bulguları

Fen Bilimleri öğretmen adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği maddelerinden elde edilen nitel bulgulara aşağıda yer verilmiştir. Her bir soruya ait içerik analizleri ekler bölümünde yer almaktadır. Aşağıdaki bulgularda bazı örnekler sunulmuştur.

Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği sorularından: *“Lütfen bir parça camın mümkün olduğu kadar çok, bilimsel amaçlı kullanımlarını yazınız. Örneğin; “bir deney tüpü yapabilir”* 1. sorusuna ilişkin çalışma grubunu oluşturan Fen Bilimleri öğretmen adaylarının ön ve son uygulamalarına ait nitel bulguları aşağıdaki tabloda görülmektedir.

Tablo 4.11.

Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği “Bir Cam Parçası ile İlgili” 1. Sorudan Oluşturulan Kategoriler

Kategori No	Kategori Adı
E1	Laboratuvar malzemeleri
E2	Etkinlik amaçlı kullanım
E3	Koruyucu amaçlı kullanım
E4	Ev eşyası amaçlı kullanım
E5	Görüntüleme amaçlı kullanım
E6	Okul araç gereç amaçlı kullanım
E7	Kişisel amaçlı kullanım
E8	Ulaşım amaçlı kullanım
E9	Diğer

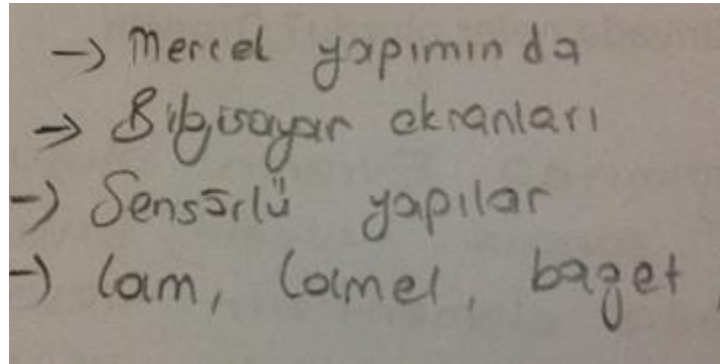
Tablo 4.11’de görüldüğü üzere araştırma sürecinde Fen Bilimleri öğretmen adaylarından alınan yanıtlar sonucunda kategorileştirilmeye gidilmiştir. Araştırmanın esneklik puanlarının belirlenmesinde etkin rolü olan bu kategoriler toplamda 9 kategoriden oluşmaktadır. Kategoriler oluşturulurken öğretmen adaylarının verdiği cevapların birbirleri ile benzerlikleri göz önüne alınmış ve buna bağlı olarak bazı yanıtların kategorilere yerleşemediği görülmüş ve birbirleri ile benzerlik gösterdikleri için oluşturulan “diğer” kategorisi içerisinde yer almışlardır. Bu kategoriler verilen yanıtların her biri için belirlenmiş ve yanıtların hangi kategoriye ait olduğu ekler bölümünde ayrıntısı ile verilmiştir.

Tablo 4.11.1.

Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği “Bir Cam Parçası ile İlgili” 1. Sorudan Oluşturulan Kategorilerin Yer aldığı Test

Kategori No	Kategori Adı	Kategorinin Yer Aldığı Test
E1	Laboratuvar malzemeleri	Ön test – Son test
E2	Etkinlik amaçlı kullanım	Ön test – Son test
E3	Koruyucu amaçlı kullanım	Ön test – Son test
E4	Ev eşyası amaçlı kullanım	Ön test – Son test
E5	Görüntüleme amaçlı kullanım	Ön test – Son test
E6	Okul araç gereç amaçlı kullanım	Ön test
E7	Kişisel amaçlı kullanım	Son test
E8	Ulaşım amaçlı kullanım	Son test
E9	Diğer	Ön test – Son test

Tablo 4.11.1’de görüldüğü üzere öğretmen adaylarından “Bir cam ile ilgili” sorusuna karşın alınan yanıtların kategorilere ayrıldığı ve bu kategorilerin hangi test yanıtları sonucunda oluşturulduğu görülmektedir. Bu sayede oluşturulan tablo, mühendislik tasarım uygulamaları öncesi ve sonrasında verilen yanıtlardan hangisinin daha zengin kategoriye sahip olduğunu belirlemeye yardımcı olmaktadır.



Resim 4.1. uö6 Kodlu Öğretmen Adayının Yanıt Örneği

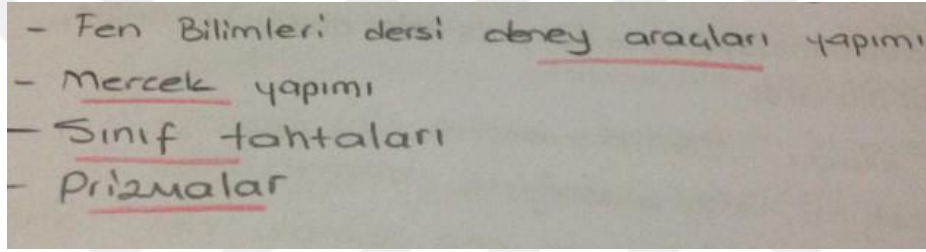
Tablo 4.11.2.

Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği “Bir Cam Parçası İle İlgili Sorusundan” Elde Edilen Nitel Bulguları

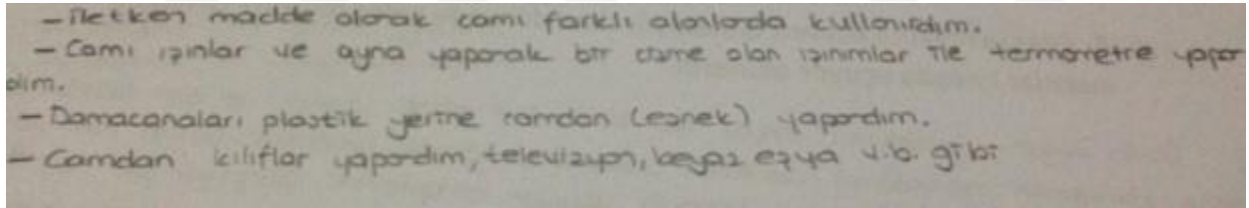
Öğretmen Adaylarının Ön Uygulama Yanıtları	Akıcılık Puanı	Orijinallik Puanı	Öğretmen Adaylarının Son Uygulama Yanıtları	Akıcılık Puanı	Orijinallik Puanı
Ampul(5) E3 E4	5	1	Mercek(6) E2 E5	6	1
Mercek(8)E2 E5	8	1	Teleskop(2) E5	2	2
Akıllı tahta(2) E6	2	2	Mikroskop(3) E1	3	2
Prizmalar(1) E2	1	2	Cam sehpa(1) E4	1	2
Ateş yakma(2) E2	2	2	Isı yalıtımı (cam duvar)(3) E4	3	2
Mikroskop(4) E1	4	2	Beherglas(4) E1	4	2
Projeksiyon(1) E5	1	2	Televizyon ekranı(3) E3	3	2
Büyüteç(1) E5	1	2	Güneş paneli (1) E8	1	2
Gözlük (3) E3	3	2	Makyaj ürünleri(1) E6	1	2
Pencere(3) E3	3	2	Kalem(1) E2	1	2

Yukarıdaki Tablo 4.11.2’de görüldüğü üzere Fen Bilimleri öğretmen adaylarından Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği ön ve son uygulamaları sonrasında alınan yanıtların içerik analizi örnekleri verilmiştir. Orijinallik puanı olarak ön ve son uygulama sonrasında 0 puan alınmadığı görülmektedir. Orijinallik üzerinden 0 puanı getirecek yanıtın olmaması öğretmen adaylarının orijinallik puanlarının lehine bir durumdur. Yanıtların tamamı incelendiğinde, ölçeğin analiz temelini oluşturan; akıcılık, orijinallik ve esneklik puanlarının öğretmen adaylarının son uygulamaları sonucunda daha da artış gösterdiği görülmektedir. Öğretmen adayları tarafından verilen tüm yanıtların hangi kategoriye veya kategorilere ait olduğu ekler bölümünde ayrıntısıyla yer almaktadır.

Yukarıdaki Tablo 4.11.2'de görüldüğü üzere Fen Bilimleri öğretmen adaylarından Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği ön ve son uygulamaları sonrasında alınan yanıtların içerik analizi örnekleri verilmiştir. Orijinallik puanı olarak ön ve son uygulama sonrasında 0 puan alınmadığı görülmektedir. Orijinallik üzerinden 0 puanı getirecek yanıtın olmaması öğretmen adaylarının orijinallik puanlarının lehine bir durumdur. Yanıtların tamamı incelendiğinde, ölçeğin analiz temelini oluşturan; akıcılık, orijinallik ve esneklik puanlarının öğretmen adaylarının son uygulamaları sonucunda daha da artış gösterdiği görülmektedir. Öğretmen adayları tarafından verilen tüm yanıtların hangi kategoriye veya kategorilere ait olduğu ekler bölümünde ayrıntısıyla yer almaktadır.



Resim 4.2. öü26 Kodlu Öğretmen Adayının Yanıt Örneği



Resim 4.3. su26 Kodlu Öğretmen Adayının Yanıt Örneği

Resim 4.2 ve 4.3'de öğretmen adaylarından birine ait olan Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği ön ve son uygulama örnekleri verilmiştir. Örnekte görüldüğü gibi öğretmen adayının vermiş olduğu her bir yanıt kategorilere ayrılmış ve esneklikleri bulunmuştur. Ayrıca verilen her bir yanıt akıcılığı ifade ederken, verilen yanıtların sıklıkları orijinallik puanını oluşturmuştur. Ekler bölümünde Bilimsel Yaratıcılık Ölçeğine ait ve son uygulamaların detaylı bir şekilde nitel içerik analizleri yer almaktadır.

Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği sorularından: "Eğer bir uzay gemisi ile seyahat edip farklı bir gezegene gitme imkanınız olsa, hangi bilimsel soruları araştırmak istersiniz? Lütfen merak ettiğiniz soruları düşünerek bu gezegene dair yazabildiğiniz kadar çok soru yazın. Örneğin; gezegende yaşayan herhangi bir canlı var mı?" 2. sorusuna ilişkin çalışma grubunu oluşturan Fen Bilimleri öğretmen adaylarının ön ve son uygulamalarına ait nitel bulguları aşağıdaki tabloda görülmektedir.

Tablo 4.12.

Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği “Gezegen İle İlgili” 2. Sorudan Oluşturulan Kategoriler

Kategori No	Kategori Adı
E1	Gezegenin kimliği
E2	Gezegenin genel özellikleri
E3	Gezegenin coğrafik yapısı
E4	Gezegenin atmosferi (Gazlar, Basınç, Kütleçekim, Yerçekimi)
E5	Gezegende yaşayan canlıların özellikleri
E6	Gezegende yaşam
E7	Gezegende doğa olayları (Mevsim, Gece-Gündüz)
E8	Karşılaştırmalar – Farklılık / Benzerlik
E9	Gezegende sosyal yaşam
E10	Gezegende kişisel yaşam
E11	Gezegende bilim ve teknolojik olaylar
E12	Gezegene gitmeden önceki süreç

Araştırmanın esneklik puanlarının belirlenmesinde etkin rolü olan bu kategoriler Tablo 4.12’de görüldüğü üzere toplamda 12 kategoriden oluşmaktadır. Kategoriler oluşturulurken öğretmen adaylarının verdiği cevapların birbirleri ile benzerlikleri göz önüne alınmıştır. Bu kategoriler verilen yanıtların her biri için belirlenmiş ve yanıtların hangi kategoriye ait olduğu ekler bölümünde ayrıntısı ile verilmiştir.

Tablo 4.12.1.

Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği “Gezegen ile ilgili” 2. Sorudan Oluşturulan Kategorilerin Yer aldığı Test

Kategori No	Kategori Adı	Kategorinin Yer Aldığı Test
E1	Gezegenin kimliği	Son test
E2	Gezegenin genel özellikleri	Ön test
E3	Gezegenin coğrafik yapısı	Ön test – Son test
E4	Gezegenin atmosferi (Gazlar, Basınç, Kütleçekim, Yerçekimi)	Ön test – Son test
E5	Gezegende yaşayan canlıların özellikleri	Ön test – Son test
E6	Gezegende yaşam	Ön test – Son test
E7	Gezegende doğa olayları (Mevsim, Gece-Gündüz)	Ön test – Son test
E8	Karşılaştırmalar – Farklılık / Benzerlik	Ön test – Son -test
E9	Gezegende sosyal yaşam	Ön test – Son test
E10	Gezegende kişisel yaşam	Ön test – Son test
E11	Gezegende bilim ve teknolojik olaylar	Ön test – Son test
E12	Gezegene gitmeden önceki süreç	Son test

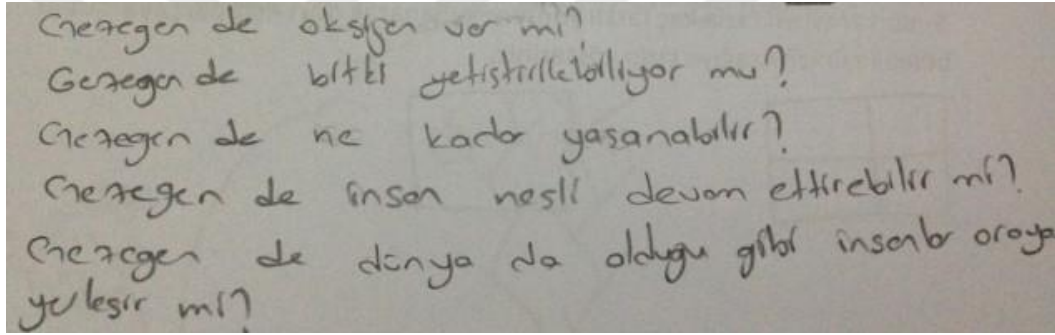
Tablodan görüleceği üzere öğretmen adaylarından “Gezegen ile ilgili” sorusuna karşın alınan yanıtların kategorilere ayrıldığı ve bu kategorilerin hangi test yanıtları sonucunda oluşturulduğu görülmektedir. Bu sayede oluşturulan tablo, mühendislik tasarım uygulamaları öncesi ve sonrasında verilen yanıtlardan hangisinin daha zengin kategoriye sahip olduğunu belirlemeye yardımcı olmaktadır.

Tablo 4.12.2.

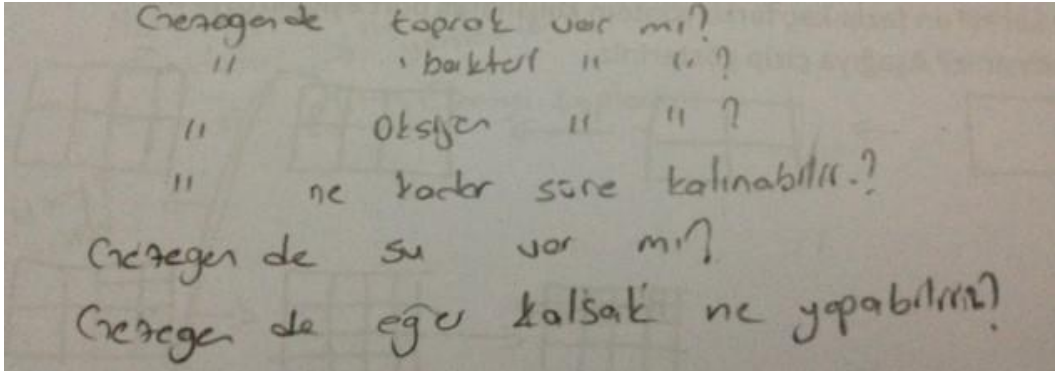
Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği "Gezegen İle İlgili Sorusundan" Elde Edilen Nitel Bulguları

Öğretmen Adaylarının Ön Uygulama Yanıtları	Akıcılık Puanı	Orijinallik Puanı	Öğretmen Adaylarının Son Uygulama Yanıtları	Akıcılık Puanı	Orijinallik Puanı
Gezegende yaşam var mı? (10) E6	10	0	Gezegende su var mı? (10) E6	10	0
Gezegende su var mı? (10) E6	10	0	Gezegende toprak var mı?(2) E6	2	2
Gezegende oksijen var mı?(7) E6	7	1	Gezegende zemin hangi maddeden oluşuyor?(1) E3	1	2
Gezegendeki yer şekilleri nasıl?(3) E3	3	2	Gezegende mineral bulunmakta mıdır? (1) E3	1	2
Gezegende verimli tarım alanları var mı?(2) E3	2	2	Gezegende deney yapılabilir mi?(1) E11	1	2
Gezegende tabakalar arası geçişte insan vücudunda meydana gelecek değişimler neler olabilir?(1) E11	1	2	Gezegende boyumuz ve kilomuz dünyadakiyle aynı mı olacak?(1) E8	1	2
Gezegendeki zaman faktörü dünyadakiyle eşdeğer mi?(1) E8	1	2	Gezegende nasıl iletişim kuruyorsunuz?(3) E9	3	2
Gezegende ne tür canlılar yaşıyor?(4) E5	4	2	Gezegende canlı varsa ne yiyorlar ve ne içiyorlar?(5) E5 E6	5	2
Gezegendeki CO ₂ yok edilebilir mi?(1) E11 E4	1	2	Gezegende hayvan ve bitki var mı?(7) E5 E6	7	1
Gezegende bir canlı (insan dahil) ne ile nasıl beslenir?(3) E5	3	2	Gezegende atmosfer var mı?(7) E4 E6	3	2

Tablo 4.12.2’de görüldüğü üzere Fen Bilimleri öğretmen adaylarından Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği ön ve son uygulamaları sonrasında alınan yanıtların içerik analizi örnekleri verilmiştir. Öğretmen adaylarının ön ve son uygulama sonrasında orijinallik puan türünden 0 puanını almış oldukları görülmektedir. Fakat orijinallik puan türü bakımından uygulama sonrasında orijinallik puanından ön ve son uygulama sonrasında 0 puan alınmadığı görülmektedir. Her üç boyutta da ön ve son uygulama cevapları incelendiğinde, son uygulama grubundaki öğretmen adayları cevaplarının lehine bir değişim söz konusu olduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının son uygulama yanıtları incelendiğinde; öğretmen adaylarının ön uygulama yanıtlarına göre daha çeşitli ve birbirinden farklı cevaplar verdikleri görülmektedir. Ayrıca son uygulamadan alınan yanıtların ön uygulamaya göre daha fazla kategoride yer aldıkları görülmektedir (ayrıntılı içerik analizi ekler bölümünde yer almaktadır).



Resim 4.4. öu10 Kodlu Öğretmen Adayının Yanıt Örneği



Resim 4.5. su10 Kodlu Öğretmen Adayının Yanıt Örneği

Yukarıdaki Resim 4.4 ve 4.5’de görüldüğü üzere çalışmada yer almış öğretmen adaylarından birine ait olan Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği ön ve son uygulamaları yanıtlarının örneği verilmiştir. Öğretmen adayının ön ve son uygulama yanıtlarına bakıldığında; öğretmen adayının “Gezegende Yaşam” ve “Gezegende Sosyal Yaşam” kategorilerine uygun yanıtları verdiği görülmektedir. Ön ve son uygulama yanıtları arasında kategori olarak çok bir fark görülmesi bile öğretmen adayının

vermiş olduğu birçok son uygulama yanıtının, ön uygulama yanıtlarından farklı olduğu görülmektedir.

Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği sorularından: *“Sıradan bir bisikleti daha ilginç, daha kullanışlı ve daha güzel yapma olanağınız olsaydı neler yapardınız? Lütfen yazınız. Örneğin, karanlıkta görülebilmesi için tekerlekleri fosforlu yapardım.”* 3. sorusuna ilişkin çalışma grubunu oluşturan Fen Bilimleri öğretmen adaylarının ön ve son uygulamalarına ait nitel bulguları aşağıdaki tabloda görülmektedir.

Tablo 4.13.

Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği “Bisiklet İle İlgili” 3. Sorudan Oluşturulan Kategoriler

Kategori No	Kategori Adı
E1	Estetik
E2	Enerji tasarrufu
E3	Güvenlik
E4	Kullanışlılık
E5	İnovatif bakış
E6	Bisikletin işleyişi

Araştırmanın esneklik puanlarının belirlenmesinde etkin rolü olan bu kategoriler Tablo 4.13’de görüldüğü üzere toplamda 6 kategoriden oluşmaktadır. Kategoriler oluşturulurken öğretmen adaylarının verdiği cevapların birbirleri ile benzerlikleri göz önüne alınmıştır. Bu kategoriler verilen yanıtların her biri için belirlenmiş ve yanıtların hangi kategoriye ait olduğu ekler bölümünde ayrıntısı ile verilmiştir.

Tablo 4.13.1.

Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği “Bisiklet ile ilgili” 3. Sorudan Oluşturulan Kategorilerin Yer aldığı Test

Kategori No	Kategori Adı	Kategorinin Yer Aldığı Test
E1	Estetik	Ön test – Son test
E2	Enerji tasarrufu	Ön test – Son test
E3	Güvenlik	Ön test – Son test
E4	Kullanışlılık	Ön test – Son test
E5	İnovatif bakış	Ön test – Son test
E6	Bisikletin işleyişi	Son test

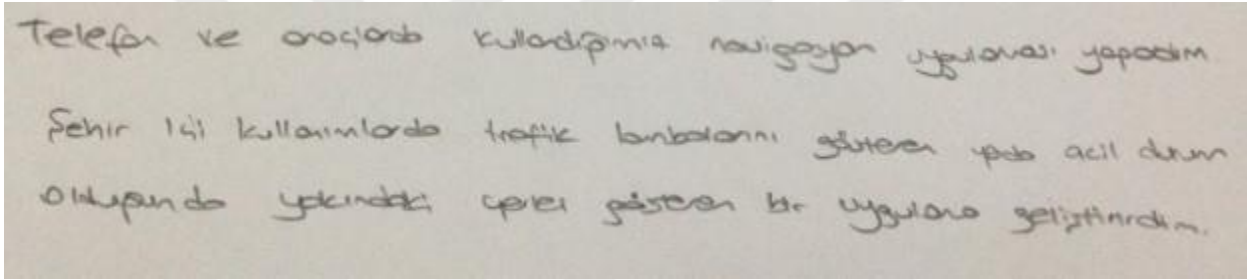
Tablodan görüleceği üzere öğretmen adaylarından “Bisiklet ile ilgili” sorusuna karşın alınan yanıtların kategorilere ayrıldığı ve bu kategorilerin hangi test yanıtları sonucunda oluşturulduğu görülmektedir. Bu sayede oluşturulan tablo, mühendislik tasarım uygulamaları öncesi ve sonrasında verilen yanıtlardan hangisinin daha zengin kategoriye sahip olduğunu belirlemeye yardımcı olmaktadır.

Tablo 4.13.2.

Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği "Bisiklet İle İlgili Sorusundan" Elde Edilen Nitel Bulguları

Öğretmen Adaylarının Ön Uygulama Yanıtları	Akıcılık Puanı	Orijinallik Puanı	Öğretmen Adaylarının Son Uygulama Yanıtları	Akıcılık Puanı	Orijinallik Puanı
Bisiklete yön gösteren bir cihaz takardım. (9) E5	9	0	Uçan bir bisiklet yapardım. (1) E6	1	2
Basit makara sistemi kurup güçten kazanç sağladım. (2) E4	2	2	Renkli bir bisiklet yapardım. (1) E1	1	2
Bisikletin frenine bastığımda ışık saçmasını isterdim. (2) E3	2	2	İskelet sistemimin dik olmasını sağlayacak bir bisiklet yapardım. (2) E4	2	2
Bisiklete çarpma ve kazaları önlemek için sensör takardım. (4) E3	4	2	Hareket enerjisini elektrik enerjisine dönüştürecek bir bisiklet yapardım. (1) E2	1	2
Bisikletin pedala basmadan gitmesini sağladım. (2) E2	2	2	Tekeri patlamayan bir bisiklet yapardım. (3) E3	3	1
Bisiklete renkli aksesuarlar takardım. (2) E1	2	2	Bisiklette acil yardım eşyalarının her biri için farklı ve kullanışlı yerler yapardım. (1) E4	1	2
Bisiklete müzik sistemi kurardım. (1) E1	1	2	Gece yolculuğu için bisikletin bazı yerlerini fosforlu yapardım. (2) E3	2	2
Soğuk günler için alttan ısıtmalı bisiklet yapardım. (1) E4	1	2	Lastiklerin yol şartlarına göre değişebilmesi için gizli bir bölme yapardım. (1) E4	1	2
Hafif bir bisiklet yapardım. (1) E4	1	2	Yağmurdan ve güneşten korunmak için korumalık yapardım. (2) E4	2	2
Katlanabilir bisiklet yapardım. (2) E4	2	2	Emniyet kemeri yapardım. (1) E3	1	2

Tablo 4.13.2’de görüldüğü üzere Fen Bilimleri öğretmen adaylarından Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği ön ve son uygulamaları sonrasında alınan yanıtların içerik analizi örnekleri verilmiştir. Öğretmen adaylarının ön uygulamada vermiş olduğu yanıtlardan “Bisiklete yön gösteren bir cihaz takardım.” Yanıtı öğretmen adayları tarafından çok kez cevaplanmış ve bu sebeple orijinallik türünden 0 puan alan bir yanıt olmuştur. Fakat orijinallik puan türü bakımından son uygulamada hiçbir yanıtın 0 puan aldığı görülmemiştir. Her üç boyutta da ön ve son uygulama cevapları incelendiğinde, son uygulama grubundaki öğretmen adayları cevaplarının lehine bir değişim söz konusu olduğu görülmektedir. Ayrıca son uygulamadan alınan yanıtların kategori sayısı ön uygulama yanıtları kategori sayısına göre bir fazla olduğu görülmektedir. Son uygulama yanıtlarının oluşturduğu farklı kategorinin adı “Bisikletin İşleyişi” kategorisi olarak yer almaktadır (ayrıntılı içerik analizi ekler bölümünde yer almaktadır).



Resim 4.6. öu2 Kodlu Öğretmen Adayının Yanıt Örneği

Resim 4.6’da görüldüğü üzere çalışmada yer almış öğretmen adaylarından birine ait olan Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği ön uygulama yanıtının örneği verilmiştir. Öğretmen adayının ön uygulamaya ait yanıt örneği incelendiğinde “İnovatif Bakış” kategorisine uygun örnekler vermiş olduğu görülmektedir. Ön ve son uygulama yanıtları arasında kategori olarak çok bir fark görülmesine bile öğretmen adayının vermiş olduğu birçok son uygulama yanıtının, ön uygulama yanıtlarından farklı olduğu görülmektedir.

Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği sorularından: “Eğer yerçekimi kuvveti olmasaydı sizce dünyada neler olurdu? Örneğin, insanlar havada uçuyor olurlardı.” 4. sorusuna ilişkin çalışma grubunu oluşturan Fen Bilimleri öğretmen adaylarının ön ve son uygulamalarına ait nitel bulguları aşağıdaki tabloda görülmektedir.

Tablo 4.14.

Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği “Yerçekimi Kuvveti İle İlgili” 4. Sorudan Oluşturulan Kategoriler

Kategori No	Kategori Adı
E1	Sağlık
E2	Ulaşım
E3	Sosyal yaşam
E4	Doğa ve dünya olayları
E5	Yerçekimi
E6	Canlı ve yaşamı
E7	Teknolojik ve bilimsel bakış

Araştırmanın esneklik puanlarının belirlenmesinde etkin rolü olan bu kategoriler Tablo 4.14’de görüldüğü üzere toplamda 7 kategoriden oluşmaktadır. Kategoriler oluşturulurken öğretmen adaylarının verdiği cevapların birbirleri ile benzerlikleri dikkate alınmıştır. Bu kategoriler verilen yanıtların her biri için belirlenmiş ve yanıtların hangi kategoriye ait olduğu ekler bölümünde ayrıntısı ile verilmiştir.

Tablo 4.14.1.

Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği “Yerçekimi İle İlgili” 4. Sorudan Oluşturulan Kategorilerin Yer aldığı Test

Kategori No	Kategori Adı	Kategorinin Yer Aldığı Test
E1	Sağlık	Ön test – Son test
E2	Ulaşım	Ön test – Son test
E3	Sosyal yaşam	Ön test – Son test
E4	Doğa ve dünya olayları	Ön test – Son test
E5	Yerçekimi	Ön test – Son test
E6	Canlı ve yaşamı	Ön test – Son test
E7	Teknolojik ve bilimsel bakış	Ön test – Son test

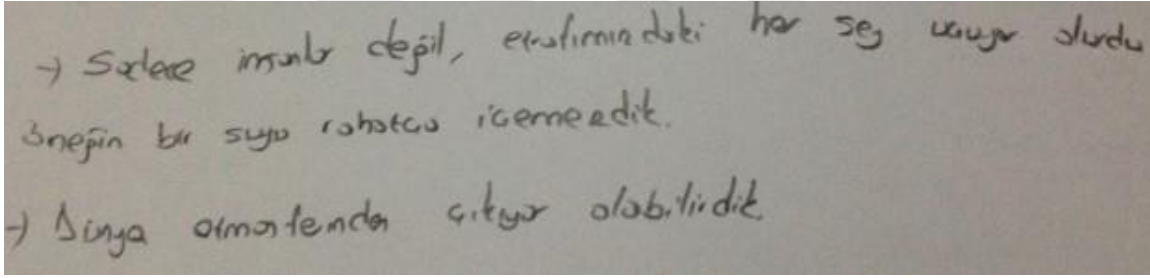
Tablodan görüleceği üzere öğretmen adaylarından “Bisiklet ile ilgili” sorusuna karşın alınan yanıtların kategorilere ayrıldığı ve bu kategorilerin hangi test yanıtları sonucunda oluşturulduğu görülmektedir. Bu sayede oluşturulan tablo, mühendislik tasarım uygulamaları öncesi ve sonrasında verilen yanıtlardan hangisinin daha zengin kategoriye sahip olduğunu belirlemeye yardımcı olmaktadır.

Tablo 4.14.2.

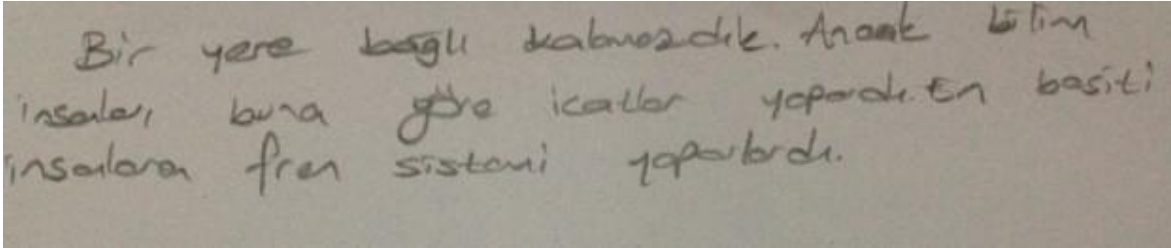
Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği “Yerçekimi Kuvveti İle İlgili Sorusundan” Elde Edilen Nitel Bulguları

Öğretmen Adaylarının Ön Uygulama Yanıtları	Akıcılık Puanı	Orijinallik Puanı	Öğretmen Adaylarının Son Uygulama Yanıtları	Akıcılık Puanı	Orijinallik Puanı
Canlılar var olmazdı (yaşam olmazdı). (8) E6	8	0	Atmosfer olmazdı. (2) E4	2	2
Her şey uçardı, hiçbir şey bir yere bağlı olmazdı. (9) E5	9	0	Kara ulaşım araçları olmazdı. (3) E2	3	1
Yediğimiz içtiğimiz şeyleri yutmak gibi basit bir işlem artık gerçekleşmezdi. (8) E1	8	0	Hava yolu taşımacılığı daha çok artar ve ucuzlardı. (1) E2	1	2
Günlük hayat devam edemezdi. (3) E3	3	1	Gözyaşlarımız dökülmezdi. (1) E5	1	2
Duş alınamazdı. (3) E3	3	1	Bilim insanları bu duruma göre icatlar yapardı. (1) E7	1	2
Ulaşım sorunu kolaylaşırdı (kısa sürede ulaşım). (2) E2	2	2	Fren sistemi yapılırdı. (1) E7	1	2
Hava trafiği olurdu. (2) E2	2	2	Hava trafik sorunu ortaya çıkardı. (2) E2	2	2
Teknolojik ilerlemeler farklı bir yön alırdı. (2) E7	2	2	Üreme olmazdı. (1) E1	1	2
Kan dolaşımımız düzgün çalışmazdı. (1) E1	1	2	Uyku düzeni bozulurdu. (2) E1	2	2
Tarım yapılamazdı. (1) E3	1	2	Yapılar (binalar) daha farklı bir şekilde inşa edilirdi. (1) E3	1	2

Tablo 4.14.2’de görüldüğü üzere Fen Bilimleri öğretmen adaylarından Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği ön ve son uygulamaları sonrasında alınan yanıtların içerik analizi örnekleri verilmiştir. Öğretmen adaylarının ön uygulamada vermiş olduğu “Canlılar var olmazdı.” “Her şey uçardı hiçbir şey bir yere bağlı kalmazdı.” “Yediğimiz içtiğimiz şeyleri yutmak gibi basit bir işlem artık gerçekleşmezdi.” Yanıtları öğretmen adayları tarafından çok kez cevaplanmış ve bu sebeple orijinallik türünden 0 puan alan bir yanıt olmuştur. Fakat orijinallik puan türü bakımından son uygulamada hiçbir yanıtın 0 puan aldığı görülmemiştir. Her üç boyutta da ön ve son uygulama cevapları incelendiğinde, son uygulama grubundaki öğretmen adayları cevaplarının lehine bir değişim söz konusu olduğu görülmektedir. Ayrıca ön ve son uygulamadan alınan yanıtların kategori sayılarının eşit; kategori başlıklarının ise aynı olduğu görülmektedir (ayrıntılı içerik analizi ekler bölümünde yer almaktadır).



Resim 4.7. öü13 Kodlu Öğretmen Adayının Yanıt Örneği



Resim 4.8. su11 Kodlu Öğretmen Adayının Yanıt Örneği

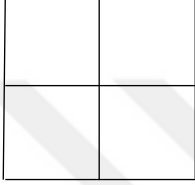
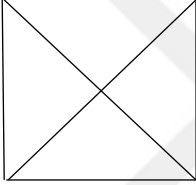

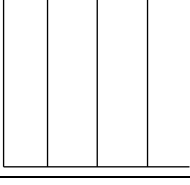
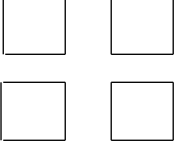
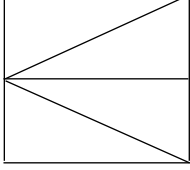
Yukarıdaki Resim 4.7 ve 4.18’de ki çalışmada yer alan iki farklı öğretmen adayının yanıt örnekleri verilmiştir. Çalışmada yer alan öü13 kodlu öğretmen adayının yanıtlarına bakıldığında; yanıtlarının “Yerçekimi” “Sağlık” ve “Doğa olayları ve Dünya” kategorilerine ait olduğu görülmektedir. Ayrıca su11 kodlu öğretmen adayının yanıtlarının “Yerçekimi” ile “Teknoloji ve Bilimsel Bakış” kategorilerine ait olduğu saptanmıştır.

Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği sorularından: “Bir kareyi en fazla kaç farklı yöntem kullanarak dört eşit parçaya bölebilirsiniz? Aşağıya çizip gösteriniz.” 5. sorusuna ilişkin çalışma grubunu oluşturan Fen Bilimleri öğretmen adaylarının ön ve son uygulamaya ait çizimleri, frekansları

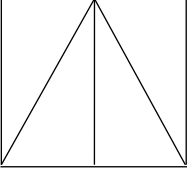
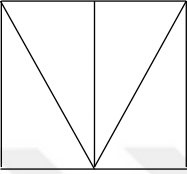
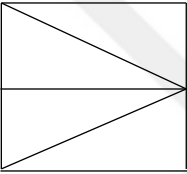
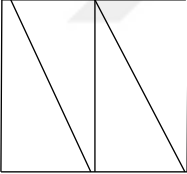
(akıcılıkları) ve orijinallik puanları aşağıdaki tabloda görülmektedir. 5. soru akıcılık ve orijinallik puanlarını bulundururken, esneklik puanlarının olmadığı görülmektedir.

Tablo 4.15.

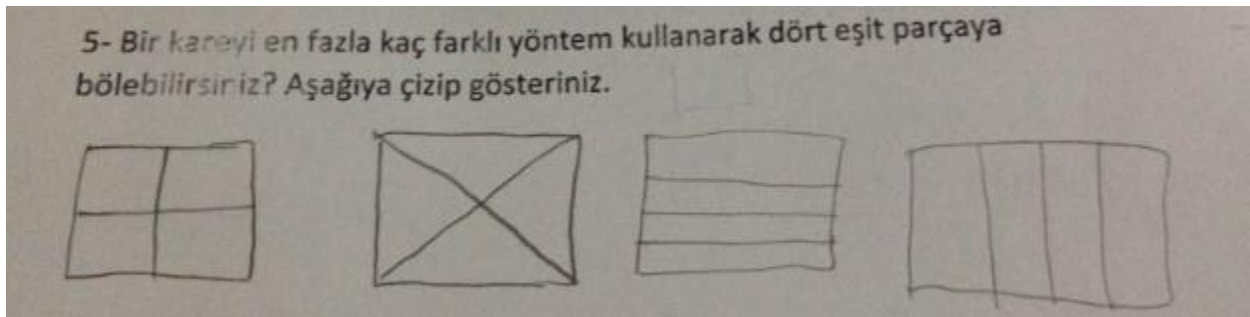
Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği "Kare İle İlgili" 5. Sorusu Ön Uygulama Frekansları ve Orijinallik Puanları

Öğretmen Adaylarının Çizimleri	Ön Uygulama Akıcılık Puanı	Ön Uygulama Orijinallik Puanı	Son Uygulama Akıcılık Puanı	Son Uygulama Orijinallik Puanı
	22	1	21	1
	23	1	16	1
	13	1	15	1
	18	1	16	1
	1	3		
	1	3	2	3

Tablo 4.15. (devamı)

	2	3		
	2	3		
	2	3		
	1	3		
TOPLAM	79	13	76	16

Tablo 4.15'de görüldüğü üzere, öğretmen adaylarının ön ve son uygulama frekans toplam puanlarının eşit, toplam orijinallik puanlarının ise son uygulama lehine olduğu görülmektedir.



Şekil 4.9. öü1 Kodlu Öğretmen Adayının Yanıt Örneği

Araştırmanın bu bölümünde Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği sorularından: "Size iki tür peçete verilseydi hangisinin daha iyi olduğunu nasıl test edersiniz? Bunu yapmak için lütfen aklınıza gelen

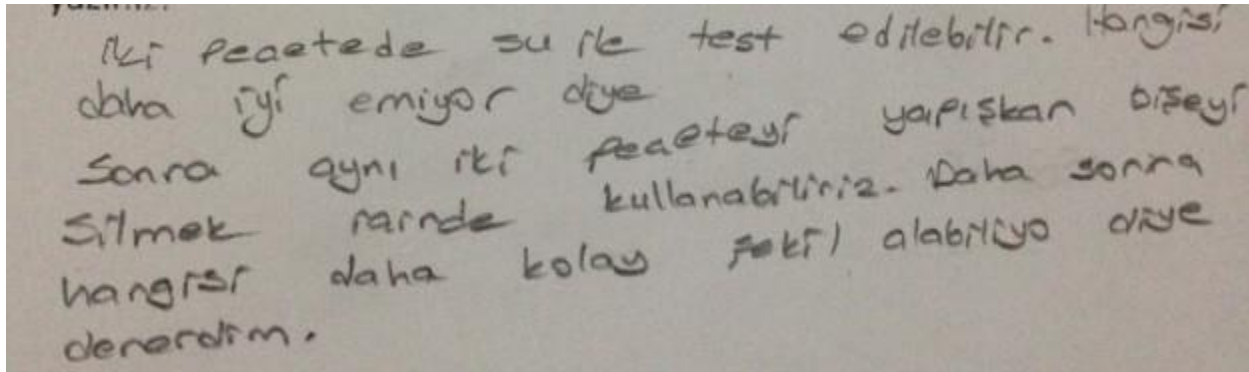
tüm yöntemleri, kullanacağınız araçları ve basit bir anlatımla nasıl bir yol izleyeceğinizi yazınız.” 6. sorusuna ilişkin çalışma grubunu oluşturan Fen Bilimleri öğretmen adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği ön ve son uygulamalarına ait nitel bulguları aşağıdaki tabloda görülmektedir.

Tablo 4.16.

Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği “Peçete İle İlgili” 6. Sorudan Oluşturulan Kategoriler

Kategori No	Kategori Adı
E1	Peçetenin içeriği
E2	Sağlık
E3	Temizlik
E4	Dayanıklılık
E5	Emicilik
E6	Esneklik
E7	Dokunma
E8	Kalınlık/Katlanma
E9	Dış görünüş

Araştırmanın esneklik puanlarının belirlenmesinde etkin rolü olan bu kategoriler Tablo 4.16’da görüldüğü üzere toplamda 9 kategoriden oluşmaktadır. Kategoriler oluşturulurken öğretmen adaylarının verdiği cevapların birbirleri ile benzerlikleri dikkate alınmıştır. Bu soruda öğretmen adaylarının vermiş olduğu yanıtlar birbirine benzediği için kategoriler sınırlı tutulmuştur. Bu kategoriler verilen yanıtların her biri için belirlenmiş ve yanıtların hangi kategoriye ait olduğu ekler bölümünde ayrıntısı ile verilmiştir.



Resim 4.10. öü19 Kodlu Öğretmen Adayının Yanıt Örneği

Tablo 4.16.1.

Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği “Peçete ile ilgili” 6. Sorudan Oluşturulan Kategorilerin Yer aldığı Test

Kategori No	Kategori Adı	Kategorinin Yer Aldığı Test
E1	Peçetenin İçeriği	Ön test – Son test
E2	Sağlık	Ön test
E3	Temizlik	Ön test – Son test
E4	Dayanıklılık	Ön test – Son test
E5	Emicilik	Ön test – Son test
E6	Esneklik	Ön test
E7	Dokunma	Ön test – Son test
E8	Kalınlık/Katlanma	Son test
E9	Dış görünüş	Ön test – Son test

Tablo 4.16.1’den görüleceği üzere öğretmen adaylarından “Bisiklet ile ilgili” sorusuna karşın verilen yanıtların kategorilere ayrıldığı ve bu kategorilerin hangi test yanıtları sonucunda oluşturulduğu görülmektedir. Bu sayede oluşturulan tablo, mühendislik tasarım uygulamaları öncesi ve sonrasında verilen yanıtlardan hangisinin daha zengin kategoriye sahip olduğunu belirlemeye yardımcı olmaktadır.

Tablo 4.16.2.
Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği “Peçete İle İlgili Sorusundan” Elde Edilen Nitel Bulguları

Öğretmen Adaylarının Ön Uygulama Yanıtları	Akıcılık Puanı	Esneklik Puanı	Orijinallik Puanı	Öğretmen Adaylarının Son Uygulama Yanıtları	Akıcılık Puanı	Esneklik Puanı	Orijinallik Puanı
Peçetenin üzerine ağırlık koyarak dayanıklılığını test ederdim. (7) E4 E6	7	6	0	Peçeteleri dayanıklılıklarına göre test ederdim. (8) E4	8	3	0
Dokunarak dokusuna (sertlik, yumuşaklık) bakardım. (10) E1 E7	10	6	0	Peçeteleri su ya da başka sıvıları emme gücüne göre test ederdim. (13) E5	13	6	0
Zemine eşit miktarda su döküp peçetelerin hangisinin daha fazla sıvı çektiğine (emciliğe) bakardım. (24) E5	24	6	0	Peçetelerin kalınlığına bakardım. (6) E8 E9	6	3	2
Peçetenin rengine bakardım. (1) E14	1	3	4	Peçeteleri sıvılarla test edip sıkma işlemi uygulardım. (1) E5	1	6	4
Peçetenin kokusuna bakardım. (1) E1	1	3	4	Peçetenin içine taş koyup yırtılıp yırtılmadığına bakardım. (1) E4 E8	1	6	4

Tablo 4.16.2’de görüldüğü üzere, öğretmen adaylarının 6. Soru için esneklik puanları 3, 6 ve 9 olarak tabloda yer almıştır. Öğretmen adaylarının esneklik puanları oluşturulurken, farklı bakış açısıyla verilen her bir yanıt esneklik puanının artmasını sağlamıştır. Öğretmen adaylarının son uygulama yanıtları incelediğinde, verilen yanıtların ön uygulama yanıtlarına göre daha esnek ve orijinal olduğu görülmektedir. Ayrıca son uygulamada verilen yanıtların sayısı ve orijinallik puanları belirgin bir şekilde artmıştır (akıcılık, orijinallik ve esneklik puanları ekler bölümünde ayrıntısı ile verilmiştir).

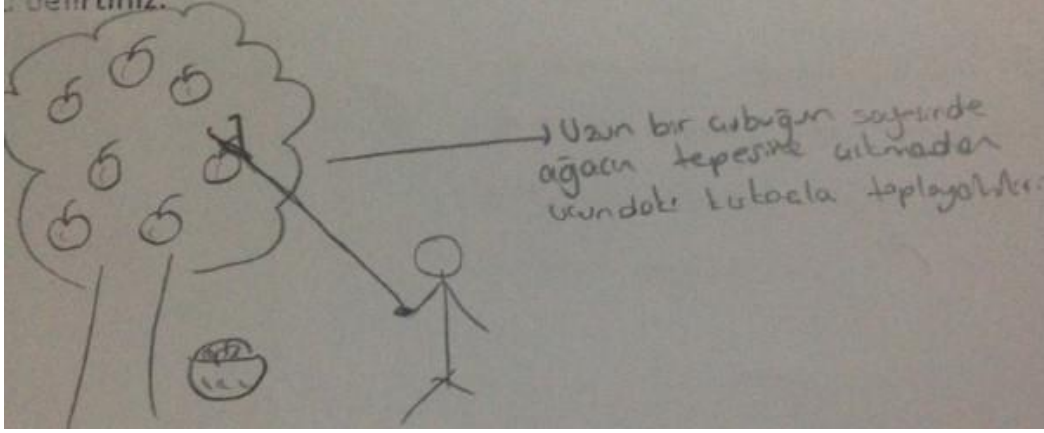
Araştırmanın bu bölümünde Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği sorularından: *“Lütfen bir elma toplama makinesi tasarlayınız. Tasarladığınız makinenin resmini çizerek, her parçanın adını ve ne tür bir işlevi olduğunu belirtiniz.”* 7. sorusuna ilişkin çalışma grubunu oluşturan Fen Bilimleri öğretmen adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği ön ve son uygulamalarına ait nitel bulguları aşağıdaki tabloda görülmektedir.

Tablo 4.17.

Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği “Elma Toplama Makinesi İle İlgili” 7. Sorudan Oluşturulan Kategoriler

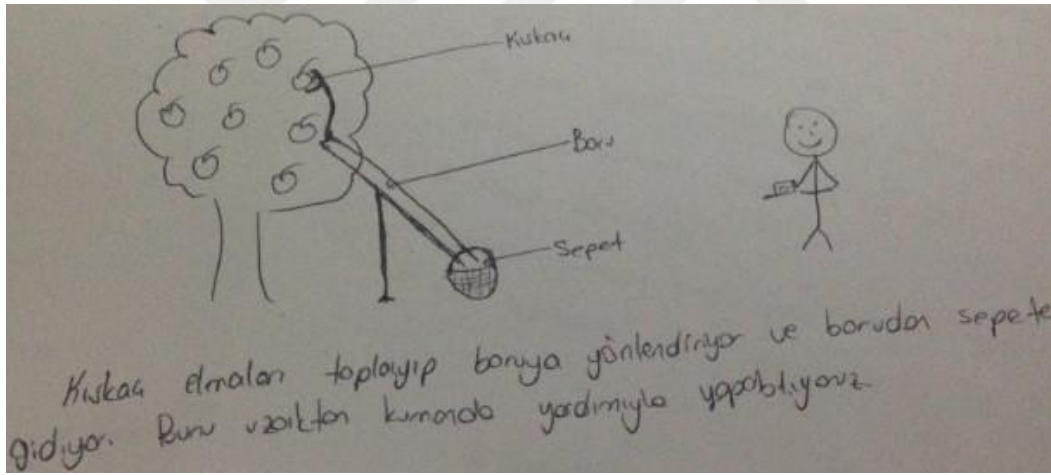
Kategori No	Kategori Adı
E1	Elmalara ulaşma
E2	Elmaları bulma
E3	Elmaları toplama
E4	Elmaları zemine taşıma
E5	Elmaları ayıklama
E6	Elmaları taşıma aracına koyma
E7	Diğer araca hareket etme

Tablo 4.17’de görüldüğü üzere çalışmada Hu ve Adey’in (2002) oluşturmuş olduğu 7 farklı kategori yer almıştır. Kategoriler öğretmen adaylarının vermiş olduğu her bir farklı yanıt ile belirlenmiştir. Öğretmen adayları yanıtlarının her bir farklı işlevi için 3 esneklik puanı verilmiştir. Öğretmen adaylarının ön ve son uygulama çizimlerinden ikişer tane örnek verilmiş, bulgularda aynı öğretmen adaylarının çizimleri seçilmiştir. Böylece seçilen öğretmen adayları çizimlerinin, ilerleme kaydedip kaydetmedikleri incelenmiştir.



Resim 4.11. öu25 Kodlu Öğretmen Adayının Yanıt Örneği

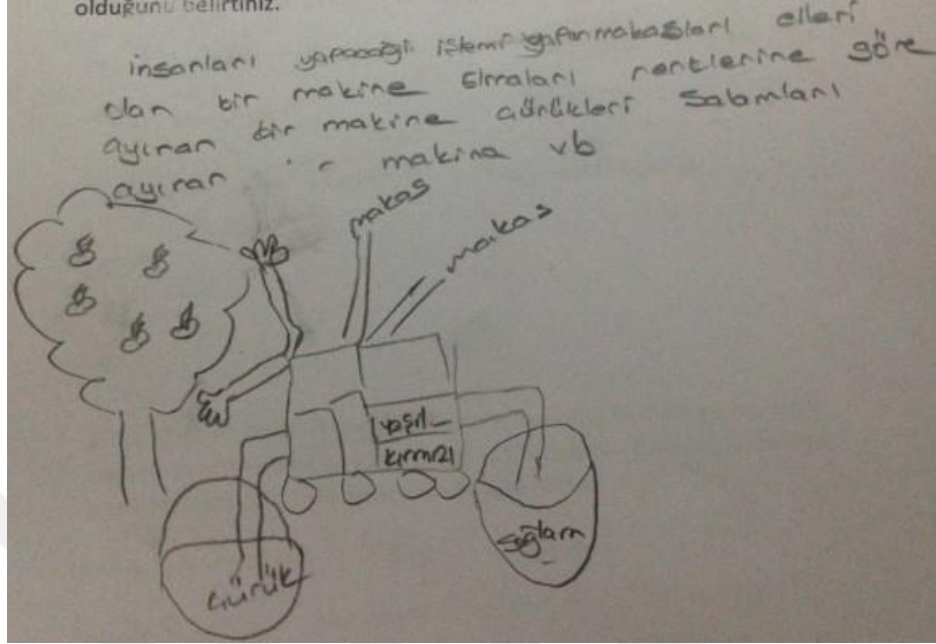
Resim 4.11’de öu25 kodlu öğretmen adayının ön uygulama yanıt örneği görülmektedir. Öğretmen adayı çiziminde; elmaya ulaşma ve elmaları toplama işlevlerini gerçekleştirmiştir. Öğretmen adayının yanıt olarak verdiği 2 farklı işlev ile toplamda 6 puan aldığı görülmektedir.



Resim 4.12. su25 Kodlu Öğretmen Adayının Yanıt Örneği

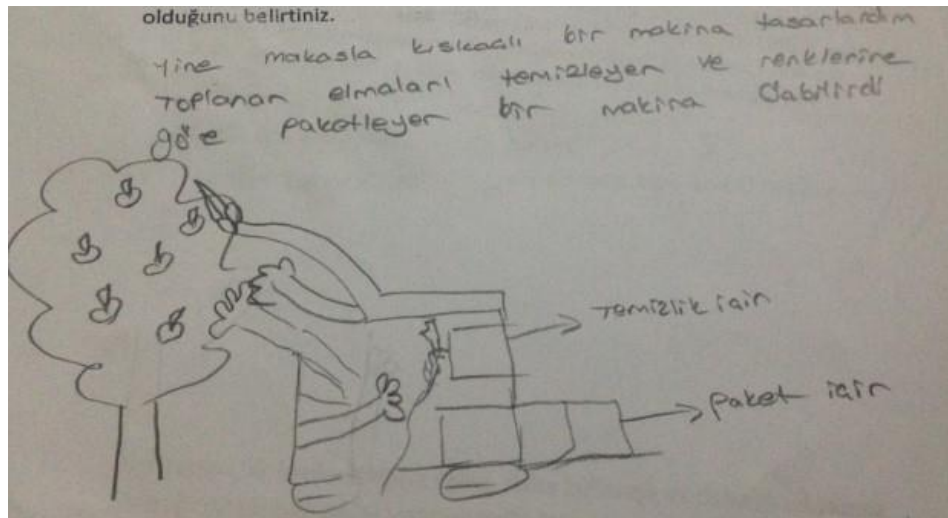
Resim 4.12’de su25 kodlu öğretmen adayının son uygulama yanıtı, ön uygulama yanıtı ile karşılaştırılması amacıyla örnek olarak verilmiştir. Öğretmen adayının ön uygulamada olduğu gibi elmaya ulaşma, elmayı bulma, elmayı toplama ve elmaları bir araca (sepete) taşıma işlevlerini gerçekleştirdiği görülmektedir. Öğretmen adayının yanıt olarak verdiği 4 farklı işlev ile toplamda 12 puan aldığı görülmektedir. Ayrıca öğretmen adayının ön uygulama cevaplarından farklı olarak elmayı taşıma aracına yerleştirdiği de görülmektedir. Bu çizimde yer alan “sepet” işlevsel bir toplama makine aracı olmasa bile taşıma işlevini gerçekleştirebileceği için puan almıştır.

Her iki çizimde incelendiğinde öğretmen adayının bir önceki çizime göre esneklik ve orijinallik puanlarının lehine bir sonucun olduğu görülmektedir. Ayrıca öğretmen adayının son test çiziminin ön teste göre daha detaylı bir şekilde yer aldığı görülmektedir.



Resim 4.13. öü19 Kodlu Öğretmen Adayının Yanıt Örneği

Resim 4.13'de öü5 kodlu öğretmen adayının ön uygulama yanıt örneği görülmektedir. Öğretmen adayı çiziminde; elmaya ulaşma, elmayı bulma, elmaları toplama ve elmaları ayıklama işlevlerini gerçekleştirmiştir. Öğretmen adayı, elmaları hem renklerine göre ayıran hem de çürük olup olmadıklarına karar veren bir makineyi çiziminde gerçekleştirmiştir. Öğretmen adayının vermiş olduğu yanıtlar sonucu toplamda 12 esneklik puanı aldığı görülmektedir. Ayrıca elmaları renklerine ve çürük olup olmamalarına göre ayıklayabilen makine ile öğretmen adayının orijinallik puanının arttığı görülmektedir.



Resim 4.14. su5 Kodlu Öğretmen Adayının Yanıt Örneği

Resim 4.14’de su5 kodlu öğretmen adayının son uygulama yanıt örneği görülmektedir. Öğretmen adayı çiziminde; elmaya ulaşma, elmayı bulma, elmaları toplama ve elmaları ayıklama işlevlerini gerçekleştirmiştir. Öğretmen adayı; elmaları renklerine göre ayıran, temizleyen ve paketleyen bir makineyi çiziminde gerçekleştirmiştir. Öğretmen adayının vermiş olduğu yanıtlar sonucu toplamda 12 esneklik puanı aldığı görülmektedir. Ayrıca elmaları temizleyebilen ve paketleyebilen bir makine ile öğretmen adayının orijinallik puanının artmış olduğu görülmektedir. Öğretmen adayının bir önceki çizimine göre esneklik puanında bir artış veya düşüş yaşanmamış ancak orijinallik puanında önceki çizimine göre bir artış gözlenmiştir.

4.3. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Mühendislik Tasarım Uygulamaları Grup Görüşme Sorularından Elde Edilen Bulgular

Araştırmanın bu bölümünde ise, her hafta uygulama sürecinde yer alan öğretmen adaylarının grup görüşmeleri yer almıştır. Uygulama öncesi ders anlatımı yapan ve tasarım sürecinde diğer grupların çalışmalarına rehberlik eden grup öğretmen adaylarına 4 kategori başlığı altında sorular sorulmuştur. Bu kategoriler; “Ders anlatım planı süreci genel hazırlık” , “5E + Tasarım planı hazırlık” , “Süreç” ve “Değerlendirme” olarak belirlenmiştir. Uygulama sonrasında öğretmen adaylarına sunulan grup görüşme sorularından elde edilen yanıtlar ve bu görüşme sorularından elde edilen yanıtların grup görüşme tabloları aşağıda sunulmuştur.

Tablo 4.18.

Grup Görüşme Soruları “Ders Anlatım Planı Süreci Genel Hazırlık” Başlığından Elde Edilen Yanıtlar

Ders Anlatım Planı Süreci Genel Hazırlık		
	Evet	Hayır
Ders anlatım planı – kazanım ilişkili mi? Evet ise nedeni;	28 f	- f
<i>Hazırlıkları tamamlama süresinin kısıtlı olması.</i>	3	
<i>Problemimize uygun tasarım çalışmasını bulmanın zaman almış olması.</i>	4	
<i>Grup ile birlikte çalışmakta zorlanılması ve grup içi fikir uyuşmazlıklarının ortaya çıkması.</i>	3	
<i>Tasarım materyallerini temin etmekte güçlük yaşanmış olması.</i>	1	
	Evet	Hayır
Hazırladığınız ders anlatım planının gerçek sınıf ortamına uygulanabilir mi?	27	1

Tablo 4.18. (devamı)

Evet ise nedeni;	f	f
<i>Ders anlatımının uygulamaya dayalı ve öğrenci düzeyine uygun olması.</i>		
<i>Kullanılan materyallerin gerçek sınıf ortamına uygun olması.</i>	16	
<i>Grup çalışması olması.</i>		
<i>Görsel ve işitsel çalışmalara yer verilmiş olması.</i>	3	
<i>Yaparak yaşayarak öğrenmenin öğrencileri derse karşı daha fazla güdüleyecek olması.</i>	2	
	1	
	5	
Hayır ise nedeni;		
<i>Malzeme ve teknolojik donanım açısından her okula uygulanamama durumunun olması.</i>		
		1

Tablo 4.18’de Grup halinde çalışmalarını gerçekleştiren öğretmen adaylarıyla yapılan görüşme sorularının “*Ders Anlatım Planı Süreci Genel Hazırlık*” bölümünün yanıtları yer almaktadır.

Tablo 4.19.

Grup Görüşme Soruları “5E+ Tasarım Planı Hazırlık” Başlığından Elde Edilen Yanıtlar

5E+ Tasarım Planı Hazırlık	Evet	Hayır
Tasarım planınız 5E modeline göre anlattığınız ders planı ile ilişkili mi?	28	-
Tasarım planı ve kazanım ilişkili mi?	28	-
Tasarım planı hazırlarken yararlandığınız kaynaklar oldu mu?	27	1
Evet ise yararlanılan kaynaklar;	f	f
<i>MEB ders kitabı ve İnternet</i>	25	
<i>Öğretim Yöntem ve Teknikleri kitabı</i>	1	
<i>Eba ders anlatım sunumu</i>	1	
<i>Animasyon</i>	1	

Tablo 4.19’da grup halinde çalışmalarını gerçekleştiren öğretmen adaylarıyla yapılan görüşme sorularının “5E+ Tasarım Planı Hazırlık” bölümünün yanıtları görülmektedir.

Tablo 4.20.
Grup Görüşme Soruları “Süreç” Başlığından Elde Edilen Yanıtlar

Süreç	Evet	Hayır
Kazanıma yönelik problem bulmada sorun yaşadınız mı?	5	23
Evet ise nedeni;	f	f
<i>Kazanımın yeni program içinde olması.</i>	1	
<i>Öğrenci düzeyine uygun bir problem bulmakta zorluk yaşanması.</i>	4	
Materyal belirleme ve bulmada sorun yaşadınız mı?	3	25
Evet ise nedeni;		
<i>Bazı materyallerin basit olması ama zor bulunmuş olması.</i>	3	
Örnek tasarım uygulamasını ders öncesi yapıp denediniz mi?	7	21
Sınıf içi uygulamada sorun yaşadınız mı?		
Evet ise nedeni;		
<i>Tasarım probleminin çalışma grupları tarafından anlaşılmasının zor olması.</i>	3	
<i>Matematik sınırlılıklarının eksik ifade edilmiş olması.</i>	2	
<i>Formlar üzerinde çizimlerin eksik ifade edilmiş olması.</i>	2	
<i>Tasarımların istenilen sürede bitirilmemiş olması.</i>	10	

Tablo 4.20’de grup halinde çalışmalarını gerçekleştiren öğretmen adaylarıyla yapılan görüşme sorularının “Süreç” bölümünün yanıtları görülmektedir.

Tablo 4.21.
Grup Görüşme Soruları “Değerlendirme” Başlığından Elde Edilen Yanıtlar

Değerlendirme		
	Evet	Hayır
Grup ile çalışma sürecinde sorun yaşadınız mı?	5	23
Evet ise nedeni;	f	f
<i>Materyallerin seçiminde anlaşmazlıkların olması.</i>	1	
<i>Grubun verilen yönergeleri takip etmemiş olması.</i>	4	
Hazırladığınız tasarım süreci planının gerçek sınıf ortamlarında uygun olduğunu düşünüyor musunuz?	27	2
Evet ise nedeni;		
<i>Tasarımın kolay ve öğrenci düzeyine uygun olması.</i>	12	
<i>Malzemelerin kolaylıkla bulunabilecek olması.</i>	8	
<i>Basit malzemeler ile kısa sürede tasarım çalışmalarının yapılabilmesi.</i>	5	
<i>Öğrencilerin yeni şeyleri keşfedip gerçek hayat problemlerine daha çok ilgilerinin artması.</i>	4	
Hayır ise nedeni;		
<i>Bazı malzemelerin öğrencilerin seviyelerine uygun olmaması.</i>		1
<i>Uygulama sürecinin çok fazla zaman alacak olması.</i>		1

Tablo 4.21’de grup halinde çalışmalarını gerçekleştiren öğretmen adaylarıyla yapılan görüşme sorularının “Değerlendirme” bölümünün yanıtları görülmektedir. Araştırmanın bu bölümünde öğretmen adaylarının, gerçekleştirdikleri mühendislik tasarım süreci uygulamalarına yönelik görüşleri alınmıştır. Bu doğrultuda grup halinde çalışmalarını gerçekleştiren öğretmen adaylarının, süreç boyunca mühendislik tasarım uygulamaları üzerinde sergiledikleri performanslarını değerlendirmeleri istenmiştir. Grup öğretmen adaylarından alınan süreç performans değerlendirme yanıtları 3 farklı ana başlık altında incelenerek bir tablo haline getirilmiştir. Tablo 4.18 incelendiğinde ilk olarak “Ders Anlatım Planı Süreci Genel Hazırlık” ana başlığı altında yer alan sorulardan “Ders anlatım planı – kazanım ilişkili mi?” sorusuna yönelik grup öğretmen adaylarının hepsinin evet yanıtı verdiği görülmüştür. Fakat buna bağlı olarak “Ders planı hazırlama uygulama sürecinde sorun yaşadınız mı?” sorusuna karşılık olarak grup öğretmen adaylarının birçoğunun evet yanıtı verdiği görülmektedir. Nedeni incelendiğinde ise verilen yanıtlardan en çok öğretmen adaylarının grup ile birlikte çalışmakta zorlandıkları ve probleme uygun bir tasarım çalışmasını bulmakta sorun yaşadıklarını ifade etmişlerdir. Ayrıca öğretmen adayları hazırlamış oldukları ders anlatım planının gerçek sınıf ortamında uygulanabilir olduğunu belirtmiştir. Öğretmen adayları ders anlatımının uygulamaya dayalı ve öğrenci düzeyine uygun

olduğunu çoğunlukla belirtmiş; ayrıca yaparak yaşayarak öğrenmenin öğrencileri derse daha fazla güdüleyeceğini ifade etmişlerdir. Verilen bu iki yüksek frekanslı cevap haricinde; öğretmen adayları “kullanılan materyallerin gerçek sınıf ortamına uygun olması”, “grup çalışmasının olması” ve “görsel ve işitsel çalışmalara yer verilmiş olması” gibi cevaplar da vermişlerdir. Öğretmen adaylarından sadece bir cevap ders anlatım planının gerçek sınıf ortamında uygulanabilir olmadığını ifade eden bir cevap vermiştir. Neden olarak; “malzeme ve teknolojik donanım açısından her okula uygulanamama durumunun olması” cevabını vermiştir.

Görüşme sorularının “5E + Tasarım Planı Hazırlık” ikinci ana başlığını oluşturan “Tasarım planınız 5E modeline göre anlattığınız ders planı ile ilişkili mi?” sorusuna karşılık, grup öğretmen adaylarının tamamı evet yanıtını vermiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının tamamı “Tasarım planı ve kazanım ilişkili mi?” sorusuna evet yanıtı vermiştir. “Tasarım planı hazırlarken yararlandığınız kaynaklar oldu mu?” sorusuna öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun “MEB ders kitabı ve internet” cevabını verdiği görülmektedir. Ayrıca öğretmen adayları yararlandıkları kaynaklara örnek olarak; “Öğretim yöntem ve teknikleri kitabı” , “Eba ders anlatım sunumu” ve “Animasyon” yanıtlarını vermişlerdir. Görüşme sorularının üçüncü ana başlığını oluşturan “Süreç” bölümünde ise “Kazanıma yönelik problem bulmada sorun yaşadınız mı?” sorusuna yönelik olarak grup öğretmen adaylarının çoğu hayır cevabını verirken birçok öğretmen adayı kazanıma problem bulmada sorun yaşadıklarını belirtmiştir. Bu problemler içerisinde en çok “Öğrenci düzeyine uygun bir problem bulmakta zorluk yaşanması” öğretmen adayları tarafından neden olarak gösterilirken “Kazanımın yeni program içinde yer alması” yanıtının da verildiği görülmektedir. “Materyal belirleme ve bulmada sorun yaşadınız mı?” sorusuna öğretmen adaylarının büyük çoğunlukla “hayır” yanıtı verdiği görülmektedir. Evet yanıtını veren öğretmen adayları “Bazı materyallerin basit fakat zor bulunmuş olmasını” neden olarak göstermişlerdir. Ayrıca tüm öğretmen adaylarının “Örnek tasarım uygulamasını ders öncesi yapıp denediniz mi?” sorusuna karşılık evet yanıtı vermiş oldukları görülmektedir. “Sınıf içi uygulamada sorun yaşadınız mı?” sorusuna karşılık ise öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun “hayır” yanıtı verdiği görülmektedir. Uygulamada sorun yaşadığını söyleyen öğretmen adayları ise neden olarak en çok; tasarım probleminin çalışma grupları tarafından anlaşılmasının zor olduğunu, matematik sınırlılıklarının eksik ifade edilmiş olduğunu ve formlar üzerinde yapılması gereken çizimlerin eksik çizilmiş olduğunu belirttikleri görülmektedir. Ayrıca, tasarımların istenilen sürede bitirilmemiş olması bir başka neden olarak öğretmen adayları tarafından ifade edilmiştir.

Grup Görüşme Sorularının üçüncü ve son ana başlığı olan “Değerlendirme” bölümünün “Grup ile çalışma sürecinde sorun yaşadınız mı?” sorusuna yönelik olarak öğretmen adaylarının

çoğunluğu “hayır” yanıtını vermiştir. “Evet” yanıtını veren öğretmen adaylarının en çok belirtmiş oldukları nedenin; “*grubun verilen yönergeleri takip etmemiş olması*” olarak tabloda yer aldığı görülmektedir. Ayrıca bazı öğretmen adayları da “*materyallerin seçiminde anlaşmazlıkların olması*” nı nedenler arasında belirtmiştir. Öğretmen adayları bir başka değerlendirme sorusu olan “*Hazırladığımız tasarım süreci planının gerçek sınıf ortamlarında uygun olduğunu düşünüyor musunuz?*” sorusuna çoğunlukla evet derken; hayır yanıtını veren iki öğretmen adayının “*Bazı malzemelerin öğrencilerin seviyelerine uygun olmaması*” nı, “*Uygulama sürecinin çok fazla zaman alacak olmasını ve gerçek ders planlarının buna uygun olmamasını*” neden olarak ifade ettikleri görülmektedir.

4.4. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Mühendislik Tasarım Uygulamaları Sonrası Görüşme Sorularından Elde Edilen Bulgular

Araştırmanın bu bölümünde ise, öğretmen adaylarının mühendislik tasarım uygulamaları ve tasarım uygulamaları öğretim süreci ile ilgili görüşlerinin değerlendirildiği görüşme sorularına ait bulguları yer almaktadır. Öğretmen adaylarına, araştırmacı tarafından oluşturulan, toplamda 9 sorudan oluşan görüşme soruları ve öğretmen adaylarının bu sorulara verdikleri yanıtlar tablolar halinde aşağıda sunulmuştur.

4.4.1. “Mühendislik Tasarım Uygulamaları sırasında kolaylıkla gerçekleştirdiğiniz çalışma hangisiydi? Neden bu çalışmayı seçtiniz?” 1. sorusuna ilişkin bulgular:

Öncelikle öğretmen adaylarının Mühendislik Tasarım Uygulamaları sırasında kolaylıkla gerçekleştirdiği çalışmalara verdikleri cevaplar aşağıda tablo halinde sunulmuştur.

Tablo 4.22.

“Kolaylıkla Gerçekleşen Çalışma” 1. Sorusunun Yanıtları

Tasarım Numarası	Mühendislik Tasarım Adı	f
T6	Karışımları Kolaylıkla Ayırıyorum	5
T9	Araba Parkı	5
T3	Kar Ayakkabısı	4
T12	Işık Saçan Vantilatör	4
T11	Kepçe ve Uçurum	2
T1	Müzik Aletleri	2
T4	Sokaktan Gelen Gürültü	1
T8	Özgün Bir Aydınlatma Aracı	1
T10	Dondurma Ambalajı	1
	Bütün Çalışmalar	1
Toplam		26

Öğretmen adaylarının 1. soruya verdikleri yanıtlar incelendiğinde; “Kolaylıkla Gerçekleşen Çalışma” olarak en çok “Karışimleri Kolaylıkla Ayırıyorum” ve “Araba Parkı” tasarımlarının yanıtladığı görülmektedir. Bu tasarımları takip eden yüksek frekanslı diğer tasarımların ise “Kar Ayakkabısı” ve “Işık Saçan Vantilatör” olduğu görülmektedir. Ayrıca öa29 kodlu öğretmen adayı bütün çalışmaları kolaylıkla gerçekleştirdiğini belirtmiştir.

Tablo 4.22.1.

“Neden Bu Çalışmayı Seçtiniz?” 1. Alt Başlık Sorusunun Yanıtları

Çalışmanın Seçilme Nedeni	f
Malzemelerin uygun olması.	7
Çalışmanın eğlenceli olması.	6
Çalışmanın kolay olması.	5
Günlük hayatla benzerlik içermesi.	4
Konu ve problemin açık bir şekilde ifade edilmesi.	3
Düşünce ve tasarım arasında uyum olması.	1
Bütün duyulara yer vermiş olması.	1
Uygulamaların hepsinin yeteneklerime uygun olması.	1
Toplam	28

Öğretmen adaylarının 1. alt soruya verdikleri yanıtlar incelendiğinde; kolaylıkla gerçekleşen çalışmaya vermiş oldukları yanıtların nedeni olarak en çok “Malzeme Uygunluğu” yanıtının verildiği görülmektedir. Bir sonraki yüksek toplam yanıt ise “Günlük hayatla benzerlik” olmuştur. Ayrıca öa29 kodlu öğretmen adayı, mühendislik uygulamalarının hepsinin yeteneklerine uygun olduğu yanıtını vermiştir.

4.4.2. “Mühendislik Tasarım Uygulamaları sırasında en çok zorlandığınız çalışma hangisiydi? Neden bu çalışmayı seçtiniz?” 2. sorusuna ilişkin bulgular:

Tablo 4.23.

“Zorlandığınız Çalışma” 2. Sorusunun Yanıtları

Tasarım Numarası	Mühendislik Tasarım Adı	f
T8	Özgün Bir Aydınlatma Aracı	6
T3	Kar Ayakkabısı	3
T5	Elektrik Sistemi Sinsi Tehlike	3
T7	Çiçeklerimi Koruyorum	3
T9	Araba Parkı	3
T2	Çekici ve Hareket	2
T11	Kepçe ve Uçurum	2
T1	Müzik Aletleri	1
T12	Işık Saçan Vantilatör	1
T14	Kırılmayan Yumurta	1
	Zorlandığım çalışma yok.	1
Toplam		26

Öğretmen adaylarının 2. soruya verdikleri yanıtlar incelendiğinde; “Zorlandığınız Çalışma” olarak en çok “Özgün Bir Aydınlatma Aracı” tasarımının yanıtlandığı görülmektedir. Bu tasarımları takip eden frekansı yüksek olan diğer tasarımların ise “Kar Ayakkabısı” ve “Elektrik Sistemi Sinsi Tehlike” “Çiçeklerimi Koruyorum” ve “Araba Parkı” tasarımları olduğu görülmektedir. Ayrıca öa29 kodlu öğretmen adayı zorlandığı bir çalışmanın olmadığını belirtmiştir.

Tablo 4.23.1.
“Neden Bu Çalışmayı Seçtiniz?” 2. Alt Başlık Sorusunun Yanıtları

Çalışmanın Seçilme Nedeni	f
Problem ile ilgili görüşler	
<i>Problem ve istenilenler net değildi.</i>	4
<i>Problem ve oluşan tasarımın uyumsuzluğu.</i>	3
<i>Problemi yanlış anlama.</i>	1
<i>Problemin sınırlılıklarının zorluğu.</i>	2
<i>Probleme çözüm bulmanın zorluğu.</i>	1
Malzeme ile ilgili görüşler	
<i>Malzeme yetersizliği.</i>	6
<i>Malzemeleri etkin kullanamama.</i>	2
Grup içi uyumsuzluk.	4
Tasarım sürecinin zor olması.	2
Düşüncenin tasarıma uygulanamaması.	2
Süre sıkıntısı.	1
Neden yok.	1
Toplam	29

Öğretmen adaylarının 2. Alt başlık sorusu olan “Neden Bu Çalışmayı Seçtiniz?” sorusuna verilen yanıtlar incelendiğinde; öğretmen adayları tarafından verilen yanıtların 2 farklı kategori altında tablolandırıldığı görülmektedir. Ayrıca kategoriler en çok yanıt verilen cevaplardan en az yanıtlanan cevaplara göre oluşturulmuştur. Herhangi bir kategoride yer almayan yanıtların da tablonun alt kısımlarında yer aldığı görülmektedir. Yanıtlar doğrultusunda oluşturulan bu kategoriler; “Problem ile ilgili görüşler” ve “Malzeme ile ilgili görüşler” olarak belirlenmiştir. “Problem ile ilgili görüşler” kategorisi en çok yanıt alırken, bu kategoride yer alan “Problem ve istenilenler net değildi.” yanıtı öğrenim adayları tarafından en çok verilen yanıt olarak tabloda yer almıştır. Ayrıca “Malzeme ile ilgili görüşler” kategorisinde en çok yanıt alan cevabın ise “Malzeme yetersizliği” olduğu görülmektedir. Herhangi bir kategoride yer almayan yanıtlardan “Grup içi uyumsuzluk” ise bir başka yüksek frekanslı yanıt olarak tabloda yer almıştır.

4.4.3. “Yapmış olduğunuz 5E öğretim modeline dayalı Mühendislik Tasarım uygulamalarının Fen Bilimleri Öğretim Programı’na uygunluğu hakkında ne düşünüyorsunuz?” 3. sorusuna ilişkin bulgular:

Tablo 4.24.
“MTU’nun Fen Bilimleri Öğretim Programına Uygunluğu” 3. Sorusunun Yanıtları

<i>Programa Uygundur, Çünkü;</i>	f
Kazanım – Tasarım uygunluğu.	6
Öğretim modeli – Tasarım uygulaması uygunluğu	
<i>Keşfetme sürecini içermesi.</i>	2
<i>Problem-Öğretim modeli uygunluğu.</i>	4
<i>Sentez basamağını içermesi.</i>	1
<i>Aktif katılım sağlaması.</i>	3
<i>Yaratıcılığı geliştirmesi.</i>	3
<i>Öğrenci düzeyine uygun olması.</i>	4
<i>Grup çalışması.</i>	1
<i>Bilimsel süreç becerilerine katkısı.</i>	1
TOPLAM	25
Programa Uygun Değildir, Çünkü;	
<i>Ders saati sıkıntısı.</i>	2
<i>Materyallerin uygun olmaması.</i>	1
TOPLAM	3

Öğretmen adaylarının 3. Soru olan “MTU’un Fen Bilimleri Öğretim Programına Uygunluğu” na verdikleri yanıtlar incelendiğinde; öğretmen adaylarının en çok “Öğretim modeli – Tasarım uygulaması uygunluğu” kategorisine ait yanıtlara ve “Kazanım – Tasarım uygunluğu” yanıtına cevap vermiş oldukları tablodan görülmektedir. Mühendislik Tasarım Uygulamasının Fen Bilimleri Öğretim Programına uygun bulmayan öğretmen adayları neden olarak; “ders saati sıkıntısı” olmasını ve “materyallerin uygun olmaması” gerekçelerini göstermiş oldukları görülmektedir.

4.4.4. “Yapmış olduğunuz 5E öğretim modeline dayalı Mühendislik Tasarım uygulamalarının ortaokul öğrencilerine uygulanabilirliği hakkında ne düşünüyorsunuz?” 4. sorusuna ilişkin bulgular:

Tablo 4.25.

“MTU’nun Ortaokul Öğrencilerine Uygulanabilirliği” 4. Sorusunun Yanıtları

<i>Uygulanabilir, Çünkü;</i>	f
Sürenin uygunluğu.	3
Malzeme uygunluğu.	3
Öğrenmede kalıcılık sağlaması.	3
Günlük hayat problemlerini içermesi.	3
Öğrenci niteliği – Kazanım uyumu sağlaması	2
Yaratıcılığa olumlu etkisinin olması.	2
Eğlenceli uygulamalar içermesi.	2
Psikomotor becerilerin gelişimine katkı sağlaması.	1
Planlı bir uygulama olması.	1
Aktif katılımı sağlaması.	1
TOPLAM	21
<i>Uygulanmamalıdır, Çünkü;</i>	
Her kazanıma uygun olamayacağı.	2
Kalabalık sınıflara uygun olamayacağı .	2
Öğrenci niteliğine uygun olamayabileceği.	2
TOPLAM	6

Mühendislik tasarım uygulamalarının ortaokul öğrencilerine uygulanabilirliği 4. sorusuna ilişkin yanıtlar incelendiğinde; uygulanabileceğini ifade eden öğretmen adayları neden olarak “sürenin uygunluğu”, “malzemenin uygunluğu”, “öğrenmede kalıcılık sağlaması” ve “günlük hayat problemleri içermesi” gibi yüksek frekanslı cevaplar vermişlerdir. Mühendislik tasarım uygulamalarının ortaokul öğrencilerine uygulanmaması gerektiğini düşünen öğretmen adayları uygulamaların “her kazanıma uygun olamayacağı”, “kalabalık sınıflara uygun olamayacağı”, “öğrenci niteliğine uygun olamayabileceği” gibi nedenler göstermişlerdir. Tablo 4.25’ye bakıldığında Mühendislik tasarım uygulamalarının ortaokul öğrencilerine uygulanabilirliğine cevap veren öğretmen adayı sayısı, “uygulanmamalıdır” diyen öğretmen adayı sayısından fazladır.

4.4.5. “Mühendislik Tasarım Uygulamalarının gerçek sınıf ortamlarında uygulanabilmesi için sizce öğretmenlerin ne gibi özelliklere sahip olması gerekir?” 5. sorusuna ilişkin bulgular:

Tablo 4.26.

“MTU’nun Gerçek Sınıf Ortamlarında Uygulanabilmesi için Gerekli Öğretmen Özellikleri”
5. Sorusunun Yanıtları

Öğretmenlerin Özellikleri	f
Öğrencilere Karşı Özellikleri	4
<i>Öğrencilere rehber olabilmeli.</i>	1
<i>Grup çalışmalarını kontrol etmeli.</i>	2
<i>Öğrencinin merak duygusunu güdüleyebilmeli.</i>	2
<i>Bireysel farklılıkları dikkate alabilmeli.</i>	
Uygulama Bilgisi	
<i>Konu bilgisi yeterliğine sahip olmalı.</i>	1
<i>Problemlere hakim olmalı.</i>	1
<i>Materyal bilgisi olmalı.</i>	1
Sınıf yönetimi yeterliği olmalı.	3
Zamanı iyi kullanabilmeli.	2
Hizmetiçi eğitim almış olmalı.	2
Teknolojik gelişmeleri takip etmeli.	2
3 boyutlu tasarım düşünme yeteneği olmalı.	1
İstekli olmalı.	1
Yaratıcılık becerisi olmalı.	1
Can güvenliğine önem vermeli.	1
Sabırlı olmalı ve bilimi sevmeli.	1
TOPLAM	26

“Mühendislik tasarım uygulamalarının gerçek sınıf ortamında uygulanabilmesi için gerekli öğretmen özelliklerine” dair 5. sorusuna ilişkin öğretmen adaylarının vermiş oldukları yanıtlar toplamda 2 farklı kategoriye ayrılmıştır. Bu kategoriler; “öğrencilere karşı özellikleri” ve “uygulama bilgisi” olarak Tablo 4.26’de görülmektedir. Öğretmen adaylarının; öğrencilere karşı özellikleri kategorisi içerisinde en fazla “öğrencilere rehber olabilmeli” yanıtını verdiği görülmektedir. Herhangi bir kategoride yer almayan cevapların tablonun alt kısmında yer aldığı görülmektedir.

4.4.6. “Öğretmen adaylarının, Mühendislik Tasarım Uygulamalarını gerçek sınıf ortamlarında uygulayabilmesi için aldığınız eğitimin yeterli olduğunu düşünüyor musunuz?” 6. sorusuna ilişkin bulgular:

Tablo 4.27.

“MTU’nun Gerçek Sınıf Ortamlarında Uygulanabilmesi İçin Alınan Eğitimin Yeterli Olup Olmaması”
6. Sorusunun Yanıtları

Yeterli Çünkü;	f	Yeterli Değil, Çünkü;	f
Kapsamlı, planlı bir eğitim süreci olması.	8	Zaman yetersizliği.	1
Yaparak yaşayarak uygulamanın temel alınması.	5	Tasarımların yeterli sayıda olmaması.	2
Uzman hocalar ile birlikte uygulamaların gerçekleşmiş olması.	1	Üniversite derslerinde uygulamalı ders sayısının az olması.	2
Uygulamalar ve Fen programının birbirlerine uygun olması.	4	Teknolojik araç gereç eksikliği.	1
TOPLAM	18	TOPLAM	7

Mühendislik Tasarım Uygulamasının gerçek sınıf ortamlarında uygulanabilmesi için alınan eğitimin yeterli olup olmamasına dair sorulan 6. Soru incelendiğinde; öğretmen adaylarının alınan eğitimi çoğunlukla “yeterli” bulduğu Tablo 4.27’de görülmektedir. Alınan eğitimi yeterli bulan öğretmen adayları gerekçe olarak; yapılan uygulamaların “*kapsamlı, planlı bir eğitim süreci olması*” nı göstermiştir. Alınan eğitimi “yeterli bulmayan” öğretmen adayları ise; yanıtlar içerisinde en çok “*Tasarımların yeterli sayıda olmaması*” nı ve “*Üniversite derslerinde uygulamalı ders sayısının az olması*” nı gerekçe olarak göstermişlerdir.

4.4.7. “Aldığınız eğitimin yeterli olmadığını düşünüyorsanız, daha etkili bir öğretim için hangi önerilerde bulunabilirsiniz?” 7. sorusuna ilişkin bulgular:

Tablo 4.28.

“Etkili Bir Öğretim İçin Öneriler” 7. Sorusunun Yanıtları

Daha Etkili Bir Öğretim İçin Öneriler	f
Uygulamalı Öğretim	
<i>Uygulamaya dayalı dersler arttırılmalı.</i>	2
<i>Uygulamalı teknoloji dersleri verilmeli.</i>	1
<i>Gerçek öğrenciler üzerinde uygulamalar yapılmalı.</i>	2
Uygulama süresi arttırılmalı.	1
Grup çalışması yerine bireysel çalışmalar yapılmalı.	1
Hizmetiçi eğitimler yapılmalı.	1
TOPLAM	7

“Aldığınız eğitimin yeterli olmadığını düşünüyorsanız, daha etkili bir öğretim için hangi önerilerde bulunabilirsiniz?” 7. Sorusunun yanıtları incelendiğinde; öğretmen adaylarının vermiş olduğu yanıtların en çok “uygulamalı öğretim” kategorisinde yer aldığı görülmektedir. Öğretmen adaylarının “uygulamaya dayalı derslerin arttırılması” nı , “uygulamalı teknoloji dersleri verilmesi” ni ve “gerçek öğrenciler üzerinde uygulamalar yapılması” gerektiğini belirttikleri görülmektedir.

4.4.8. “Mühendislik Tasarım Ders Planı üzerinde eklemeler veya çıkarmalar yapmak isteseydiniz bu değişiklikler nasıl olurdu?” 8. sorusuna ilişkin bulgular:

Tablo 4.29.

“MTDP Üzerinde Eklemeler veya Çıkarmalar” 8. Sorusunun Yanıtları	
Eklemeler ve Çıkarmalar	f
Süre	
<i>Tasarımın uygulama aşaması için daha fazla zaman ayırırdım.</i>	3
<i>Plan aşaması için daha fazla zaman ayırırdım.</i>	1
Problem	
<i>Tasarım problemini daha net anlatırdım.</i>	2
<i>Problemi resim ve şekillerle anlatmaya çalışırdım.</i>	2
Materyal	
<i>Daha fazla materyal eklerdim.</i>	1
<i>Bazı materyalleri kısıtlardım.</i>	1
<i>Malzemeleri öğrencilerin getirmesini sağlardım.</i>	1
<i>Yapılan tasarımın sunumunu detaylandırırdım.</i>	1
<i>Tasarımdaki sınırlılıkları çıkarırdım.</i>	1
<i>Tasarım matematiğine daha çok önem verirdim.</i>	1
TOPLAM	14

“Mühendislik Tasarım Ders Planı üzerinde eklemeler veya çıkarmalar yapmak isteseydiniz bu değişiklikler nasıl olurdu?” 8. Sorusunun yanıtları incelendiğinde; verilen yanıtların toplamda 3 kategoriye ayrıldığı görülmektedir. “Süre”, “Problem” ve “Materyal” kategorileri adı altında öğretmen adayları tarafından verilen yanıtlar Tablo 4.26’da görülmektedir. Öğretmen adaylarının mühendislik ders tasarım planı üzerinde en çok ekleme veya çıkarma yapmak istedikleri kategorilerin “süre” ve “problem” kategorileri olduğu görülmektedir. Öğretmen adayları tarafından “Tasarımın uygulama aşaması için daha fazla zaman ayırırdım.” yanıtının diğer yanıtlara göre yüksek frekansa sahip olduğu görülmektedir.

4.4.9. “Fen Bilgisi öğretmen adayı olarak yapmış olduğunuz Mühendislik Tasarım Uygulamalarının size ne gibi katkısı olduğunu düşünüyorsunuz?” 9. sorusuna ilişkin bulgular

Tablo 4.30.

“MTU’nun Öğretmen Adayına Katkısı” 9. Sorusunun Yanıtları

MTU’nun Size Katkıları	f
Yaparak yaşayarak öğrenmenin önemini kavradım.	7
Yaratıcılık	
<i>Yaratıcı düşünme becerilerim gelişti.</i>	5
<i>Günlük hayat ile yaratıcılık arasında ilişki kurmayı öğrendim.</i>	1
Tasarımların gelecekte meslek hayatıma katkısı olacak.	3
Bir öğrenci gibi düşünmemi sağladı.	2
Kazanım ile günlük hayatın nasıl ilişkilendirileceğini öğrendim.	2
Eğlenerek öğrenmenin gerçekleşeceğini anladım.	2
Çok farklı tasarımlar öğrendim.	1
Pratik düşünmemi sağladı.	1
Uygulamalı derslerde sınıfa karşı hakimiyetin nasıl sağlanacağını öğrendim.	1
İnsanların fikirlerini önemsemeyi ve eleştirinin önemini kavradım.	1
Öğrencinin kontrolünde bir dersin gerçekleşebileceğini kavradım.	1
Grup çalışmasının önemini kavradım.	1
TOPLAM	28

“Fen Bilgisi öğretmen adayı olarak yapmış olduğunuz Mühendislik Tasarım Uygulamalarının size ne gibi katkısı olduğunu düşünüyorsunuz?” 9. sorusunun yanıtları incelendiğinde; öğretmen adaylarının en fazla “yaparak yaşayarak öğrenmenin önemini kavradım.” Yanıtını verdikleri Tablo 4.30’de görülmektedir. Ayrıca öğretmen adaylarının vermiş oldukları bir diğer yüksek frekanslı yanıtın “Yaratıcı düşünme becerilerim gelişti.” olduğu görülmektedir.

5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde araştırmanın alt problemlerini açıklamak için elde edilen bulguların yorum ve sonuçlarına yer verilmiştir. Tartışmada yer alan bulgular alanyazın ile ilişkilendirilerek araştırma sorularına bağlı bir şekilde tartışılarak sonuçları sunulmuştur.

5.1. Araştırmanın Birinci Alt Problemine İlişkin Yorumlar ve Sonuçlar

Araştırma kapsamında Öğretmen adaylarının mühendislik becerilerinin mühendislik tasarım süreci uygulamaları öncesi ve sonrasında değişmekte olup olmadığı incelenmiştir. Mühendislik tasarım uygulamaları sonrası öğretmen adaylarına uygulanmış olan Mühendislik Becerileri Anketi sonucunda elde edilen son test puanları, uygulama öncesinde uygulanan MBA puanlarından daha yüksek olduğu sonucu elde edilmiştir. Bu doğrultuda araştırma sonucunda uygulama sonrası MBA puanlarının daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. Mühendislik Tasarım Etkinliklerinin uygulandığı öğrenen adaylarına, etkinlikler öncesi ve sonrası uygulanan Mühendislik Becerileri Anketi sonucunda; ; *“İnşa etme, Hayal etme, Yaratıcı olma, Çizim, Takım çalışması, Veri analizi, Eleştirel dönüt, Geri bildirim, Bırakmama, Problem çözme, ve Diğer”* becerilerine verdikleri yanıtların son test lehine olduğu görülmektedir. *“Takımda liderlik, Farklı düşünme ve Sorun giderme”* becerilerinin ise son test aleyhine olduğu görülmektedir. Ayrıca öğretmen adaylarının yanıtlamış oldukları *“İletişim, Plan yapma, Problem çözme”* ön test ve son test yanıtlarının birbirine eşit olduğu ve bu beceri kategorilerinde herhangi bir değişime uğramadıkları sonucu ortaya çıkmıştır (Şekil 4.3.).

Elde edilen bulgular, öğretmen adaylarının mühendislik tasarım sürecinde bir mühendis gibi düşünebilme becerilerinin arttığını, dolayısıyla mühendislik becerilerini uygulama öncesi ve sonrası araştırmanın önemli bir faktörü olduğunu göstermektedir. Mühendislik becerileri ve mühendisliğin, mühendislik tasarımı uygulama sürecindeki önemini açığa çıkarmak için Marulcu ve Sungur (2012), öğretmen adaylarına mühendisliğin fen öğretimindeki önemiyle ilgili 18 soru sormuştur. Öğretmen adaylarının %48 i mühendisliğin ve mühendislik becerilerinin fen eğitimi için önemli olduğu görüşünü savunmuştur. Bu konuda kararsız olan öğretmen adayları oranı ise %29 olarak belirlenmiştir. Mühendisliğin fen eğitiminde önemli olmadığını düşünen öğretmen adayları oranı ise %23 olarak bulunmuştur. Bu bağlamda öğretmen adaylarının son test mühendislik becerileri puanlarından yüksek puanlar almaları, mühendislik tasarım uygulamaları sürecinde öğretmen adaylarının kendilerini bir mühendismiş gibi görmelerini sağlamış ve bu sonucun öğretmen adaylarının mühendislik becerileri üzerinde olumlu etki ettiği görülmüştür. Mühendislik becerilerinin “plan yapma” basamağından ve bu planı tasarım ürünü üzerinde sorunsuzca

gerçekleştirmenin öneminden bahsedilmiştir (Lantz, 2009). Pitt (2009), özellikle mühendislik tasarım uygulamalarının öğrencileri mühendis gibi düşünmeye ve meslek olarak mühendisliğe yönlendirmelerine olanak sağladığını belirtmiştir. Mühendislik tasarım uygulamaları ile günlük yaşama bir mühendis gözüyle bakma ve günlük hayatı bir mühendis gibi algılama konusunda farkındalık yarattığı sonucuna ulaşılmıştır (Çavaş ve diğerleri, 2013). Kelly, ve diğerleri (2016) yapmış oldukları çalışmada mühendislik temelli uygulamalara katılan öğrenci ve öğretmenlerin mühendislik ve mühendislik ve becerileri hakkında görüşlerinin değişimini incelemeyi amaçlamıştır. Mühendislik temelli uygulamalarda öğrenciler takım çalışması içerisinde, inşa ederek, hayal kurarak ve eleştirel dönütler alarak çalışmalarını gerçekleştirmişlerdir. Çalışma sonucunda öğrencilerin gerçekleştirdikleri etkinliklerde kendilerini bir “mühendis” olarak görmeye başladıkları sonucuna ulaşılmıştır. Buradan yola çıkarak mühendislik temelli uygulamaların öğretmen adaylarının mühendislik becerileri ve mühendislik düşüncelerine olumlu bir etkisi olduğu şeklinde yorumlanabilir. Ayrıca mühendislik tasarım uygulamalarına katılan öğrencilerin mühendislik becerilerinde eleştirel düşünme, yaratıcılık ve hayal gücü gibi becerileri geliştirdikleri görülmektedir (Dass, 2015). EIE (2017), programı incelendiğinde; programın, gerçek yaşamın mühendislik ve mühendislik becerilerinden ayrı düşünülmemeyeceğini ifade ettiği görülmektedir. İşbirlikli öğrenme ve iletişimin önemine vurgu yapan program, takım çalışması ile yürütülen mühendislik uygulamalarının öğrencilerin mühendislik becerilerini geliştirdiğini ifade etmektedir. Buradan yola çıkarak öğretmen adaylarının son test sonucu takım çalışması ve problem çözme puanlarında artış olması mühendislik tasarım uygulama sürecinin bu beceriler üzerinden etkili bir şekilde yürütüldüğü şeklinde yorumlanabilir.

Öğretmen adaylarının mühendislik uygulamaları sonucunda plan yapma, yaratıcı olma ve problem çözme becerilerini artırmakta oldukları görülmektedir (Dani, Hartman ve Helfrich, 2018). Bununla birlikte öğretmen adaylarının mühendislik uygulamaları sürecinde problem üzerinde farklı düşünme, sorun giderme ve plan yapma aşamasında zorluk yaşadıkları ifade edilmiştir. (Tarkın-Çelikkıran ve Aydın-Günbatır, 2017). Hynes (2012), öğretmen adaylarının problem çözme ve sorun giderme basamaklarında zorluk yaşadıklarını belirtmiştir. Buradan yola çıkarak ön test ve son test puanlarında değişiklik olmayan “sorun giderme” becerisinin öğretmen adayları tarafından zorlanılan becerilerden biri olduğu şeklinde yorumlanabilir. Bu açıdan mühendislik tasarım uygulamalarının süreç sonrasında öğretmen adaylarının mühendislik becerilerini olumlu yönde artırabileceği söylenebilir. Bu durum ise mühendislik tasarım uygulamalarının ve etkinliklerin işleniş sürecinin öğretmen adayların kendilerini geliştirmelerinde yardımcı olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda öğretmen adaylarının, gelecekteki sınıf ortamlarında öğrencilerin

kendilerini bir mühendis gibi düşünmelerini ve hissetmelerini sağlayacak uygulamalara yer vermeleri gerektiği şeklinde yorumlanabilir. Bu şekilde öğretmen adaylarının, öğrencilerini de uygulama sürecine aktif olarak katabileceği düşüncesi doğmuştur. Bu süreç öğretmen ile öğrencilerin gerçek hayat problemleri ile karşılaştıklarında kendilerini bir mühendis gibi düşünmelerine yardımcı olmaktadır (Bybee, 2010). Ayrıca iletişime odaklı ve işbirlikli çalışmaya karşı motive olmanın en önemli mühendislik becerilerinden biri olduğu belirtilmektedir (Yager, 2015). Çalışmada buna bağlı olarak öğretmen adaylarının takım çalışması becerileri yanıtlarında son teste bağlı bir artış görülürken iletişim becerilerinin son teste bağlı bir artış veya azalış göstermediği görülmüştür. Öğretmen adaylarının görüşme sorularından elde edilen bulgular incelendiğinde bazı öğretmen adaylarının “Grup ile çalışma sürecinde sorun yaşadınız mı?” sorusuna “Evet” yanıtı verdikleri görülmüştür. Buradan yola çıkarak öğretmen adaylarının grup içerisinde yaşadıkları sorunların iletişim becerisi üzerinde bir artış yaşanmamasına neden olabileceği şeklinde yorumlanabilir.

5.2. Araştırmanın İkinci Alt Problemine İlişkin Yorumlar ve Sonuçlar

Bilimsel Yaratıcılık Becerileri ile ilgili problem, “Öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılıkları mühendislik tasarım süreci uygulamaları öncesi ve sonrasında değişmekte midir?” şeklinde ifade edilmiştir. Bilimsel yaratıcılık ölçeğinden elde edilen akıcılık, orijinallik ve esneklik puanları incelendiğinde; akıcılık ve orijinallik ve esneklik boyutları son test uygulama sonuçları lehine, istatistiksel olarak anlamlı bir farkın ($p < 0,05$) ortaya çıktığı görülmektedir. Akıcılık etki büyüklüğünün ($\eta^2 = 0,871$) kuvvetli olduğu, orijinallik boyutu etki büyüklüğünün ($\eta^2 = 0,537$) orta ve esneklik boyutu etki büyüklüğünün ($\eta^2 = 0,733$) kuvvetli olduğu belirlenmiştir.

Mühendislik Tasarım Uygulamaları sonrası öğretmen adaylarının son test Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği yanıtları incelendiğinde, öğretmen adayları ön test cevaplarına göre daha orijinal ve yaratıcı yanıtlar vermişlerdir. Özellikle BYÖ “Lütfen bir elma toplama makinesi tasarlayınız. Tasarladığınız makinenin resmini çizerek, her parçanın adını ve ne tür bir işlevi olduğunu belirtiniz.” 7. sorusuna ilişkin öğretmen adaylarının Mühendislik Tasarım Uygulamaları sonrasında verdikleri yanıtlara bakıldığında elma toplama makineleri işlevlerinin daha yaratıcı bir şekilde resmedildiği ve açıklandığı görülmektedir.

Bu çalışmada Mühendislik Tasarım Uygulamalarının, ön test, son test öğretmen adaylarının yaratıcılık becerilerine, akıcılık, esneklik ve orijinallik boyutlarına istatistiksel olarak anlamlı etkisinin olduğu görülmektedir. Bu sonucun ortaya çıkmasında; öğretmen adaylarının süreç boyunca planlı çalışmaları, Fen Bilimleri kazanımlarına uygun problem hikayeleri oluşturmaları, çizim yapmaları,

gruplar halinde çalışmalarını ve sahip oldukları fen bilimleri kazanımlarına uygun ders anlatımı gerçekleştirmeleri, tasarım düşüncelerini bir ürüne dönüştürüp diğer öğretmen adaylarıyla ürünlerini paylaşacak bir ortam oluşturmaları ve ürünlerinin çalışıp çalışmadığını test edebilmeleri, geriye dönüp ürün üzerinde düzeltme yapacak sürelerinin olması ve uygulamalar dışında da çalışmasını sunacak grubun düşünme ve plan yapabilmesi gibi etmenler etkili olmuştur. Ayrıca öğretmen adaylarının tasarım uygulamaları sürecinde materyal seçimlerinin serbest olması ve çeşitlilik göstermesi ile ortaya çıkacak olan ürünün yaratıcılık becerilerini geliştirdiği düşünülmektedir. Bilimsel yaratıcılık ölçeğinden elde edilen akıcılık puanları incelendiğinde; son test uygulama sonuçlarının lehine bulgular elde edildiği; öğretmen adaylarının son uygulama yanıtlarının daha fazla orijinal fikir içerdiği görülmektedir. Ancak bilimsel yaratıcılık ölçeğinin 5. Sorusu olan “Kare ile ilgili” sorusu akıcılık puanında son test aleyhine bir tablonun ortaya çıktığı görülmektedir. Buna bağlı olarak son test sürecine katılmayan öğretmen adaylarının akıcılık puanındaki düşüşe sebep olduğu şeklinde yorumlanabilir. Bilimsel yaratıcılık ölçeğinden elde edilen esneklik puanları incelendiğinde; tüm sorularda son test lehine bir tablonun ortaya çıktığı ve buna bağlı olarak son test ile öğretmen adaylarının ön test cevaplarına göre daha esnek fikir ürettikleri görülmektedir. Buradan yola çıkarak mühendislik tasarım uygulamalarının öğretmen adaylarının daha esnek fikirler üretmelerini sağladığı şeklinde yorumlanabilir.

Bilimsel yaratıcılık ölçeğinden elde edilen orijinallik puanları incelendiğinde; bilimsel yaratıcılık ölçeğinin tüm soruları için öğretmen adaylarının son test yanıtlarının ön test yanıtlarına göre daha fazla orijinal yanıt içerdiği görülmüştür. Fakat en fazla orijinalliği taşıyan yanıtların ön ve son test sonucunda birbirlerinden farklı oldukları görülmektedir.

Bu çalışmayı destekleyecek şekilde, Gregory ve diğerleri (2013), yapmış oldukları çalışma sonucunda bilimsel yaratıcılık becerisinin önemini ifade etmiş ve bilimsel yaratıcılığın nasıl ve hangi yöntemlerle gelişebileceği üzerine durmuştur. Bayrak (2014), yapmış olduğu çalışmada fen bilimleri ünite kazanımları ile gerçekleştirdiği uygulamalar sonucunda deney grubunun bilimsel yaratıcılıklarının geliştiği sonucuna ulaşmıştır. Demir (2014), yapmış olduğu çalışmada bilimsel tartışma ve araştırmaya dayalı tasarlanan laboratuvar programı uygulamaları sonucunda öğretmen adaylarının akıcılık, orijinallik ve esneklik boyutlarının bilimsel yaratıcılıklarına bağlı olarak gelişme gösterdiği görülmüştür. Şahin-Pekmez ve diğerleri (2010), yapmış olduğu çalışmada fen laboratuvarı dersine bağlı olarak gerçekleştirilen çalışma sonucunda; Demirhan (2015)’in 3D model tasarımları sonucunda fen bilimleri öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılıklarının geliştiği ortaya çıkmıştır.

Öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılıklarının gelişme göstermesinde; mühendislik tasarım uygulamalarının öğretmen adaylarına işbirlikli öğrenme imkanı sağlaması, iletişim yeteneklerini ve hayal güçlerini ortaya çıkarması, plan yapmalarını sağlaması, eleştirel düşünme ve problemlere çok yönlü çözüm yolları aramaları etmenlerinden kaynaklandığı şeklinde yorumlanabilir.

Öğretmen adaylarına uygulanan BYÖ toplamda 7 açık uçlu sorudan oluşmasından dolayı ayrıca araştırmmanın ikinci alt problemine ilişkin yorumlar her bir soru için yorumlanacaktır.

5.2.1. BYÖ “Bir Cam Parçası ile İlgili” 1. Soruya İlişkin Yorumlar ve Sonuçlar

Araştırmada ön ve son test olarak uygulanan bilimsel yaratıcılık ölçeğinin cam parçası ile ilgili sorusunda; son test yanıtlarının akıcılık, esneklik ve orijinallik boyutlarında artış olduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının 1. Soru için vermiş oldukları ön-son test yanıtları toplamda 9 farklı kategoriye ayrılmıştır. Bu kategoriler; *“laboratuvar malzemeleri, etkinlik amaçlı kullanım, koruyucu amaçlı kullanım, ev eşyası amaçlı kullanım, görüntüleme amaçlı kullanım, okul araç gereç amaçlı kullanım, kişisel amaçlı kullanım ve diğer”* olarak oluşturulmuştur. Öğretmen adaylarının verdikleri yanıtlar incelendiğinde; *“laboratuvar malzemeleri, etkinlik amaçlı kullanım, koruyucu amaçlı kullanım, ev eşyası amaçlı kullanım, görüntüleme amaçlı kullanım ve diğer”* kategorilerinin hem ön test hem de son test yanıtlarında yer aldığı görülmektedir. Ancak *“okul araç gereç amaçlı kullanım”* kategorisi sadece ön test yanıtlarına bağlı olarak çalışmada yer alırken, *“kişisel amaçlı kullanım”* ve *“ulaşım amaçlı kullanım”* kategorileri sadece son test yanıtlarına bağlı olarak çalışmada yer almıştır. Buradan yola çıkarak öğretmen adaylarının mühendislik tasarım uygulamaları sonrası gerçekleştirdiği bilimsel yaratıcılık ölçeğinde, öğretmen adaylarının hem daha çok yaratıcı fikir ürettikleri, hem de bu fikirlerin son test sonucunda 2 farklı kategori daha oluşturduğu görülmektedir. Alanyazın incelendiğinde; bilimsel yaratıcılık fikirlerinin ne olduğu ve nasıl açığa çıktığı ile ilgili çeşitli tanımlamaların yapıldığı görülmektedir. Yaman ve Yalçın (2005) bilimsel yaratıcılığın bilinen bilgilerden yeni bilgileri elde etmeye yarayan zihinsel süreçlerin tümü olarak tanımlamaktadır. Araştırmada da öğretmen adayları mühendislik tasarım uygulamaları öncesinde var olan bilgileriyle *“cam parçası ile ilgili”* fikirlerini sunmuş; mühendislik tasarım uygulamaları sonrasında ise öğretmen adayları yeni yaratıcı fikirlerini belirtmiştir. Bu durum mühendislik tasarım uygulamaları sonucunda öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılıkları artırdığı şeklinde yorumlanabilir. Bilimsel yaratıcılık herhangi bir problemin hipotezi oluşturulurken farklı fikirlerin ortaya çıkmasını sağlar (Dass, 2004). Koray (2003) yaratıcılığı merak ile ortaya çıkabilen, olağan fikirlerimizin dışında olan ve günlük hayatımızda yaşadığımız birçok probleme çözüm yolları

ararken, kendiliğinden ortaya çıkan ve insanları üretmeye, üretkenliğe yönlendiren bir düşünce ve davranış biçimi olarak tanımlamaktadır. Bu üretkenliğin ortaya çıkmasında rol alan bilimsel yaratıcılık ölçeği bir probleme karşın diğer insanların fark edemedikleri bağıntıların ortaya çıkmasında rol oynar (Hu ve Adey, 2002). Bu tanımlamalardan yola çıkarak öğretmen adaylarının “cam parçası ile ilgili” vermiş oldukları yanıtlar incelendiğinde; mühendislik tasarım uygulamaları öncesinde öğretmen adaylarının akıcılık puanı en yüksek yanıtın “Mercek” olduğu görülmektedir. Mühendislik tasarım uygulamaları sonrası ise öğretmen adaylarının akıcılık puanı en yüksek vermiş olduğu yanıt değişmemiştir. Buna rağmen verilen yanıtların sayısı ve orijinallikinde artış olduğu görülmektedir. Bilimsel yaratıcılığı çoklu bakış ve orijinal fikirlerin ortaya çıkması olarak tanımlayan Gomes’in (2005) görüşüne bağlı olarak öğretmen adaylarının orijinal fikirlerinin geliştiği ve bu sayede verilen yanıtların sayısının arttığı şeklinde yorumlanabilir.

5.2.2. BYÖ “Gezegen ile İlgili” 2. Soruya İlişkin Yorumlar ve Sonuçlar

Araştırmada ön ve son test olarak uygulanan bilimsel yaratıcılık ölçeğinin gezegen ile ilgili sorusunda; ön test sonucunda öğretmen adaylarının sadece akıcılık puanlarının son test akıcılık puanlarına göre fazla olduğu görülmektedir. Ancak öğretmen adaylarının ön test akıcılık puanlarının daha fazla olması, öğretmen adaylarının mühendislik tasarım uygulamaları öncesinde orijinal cevaplar veremediklerini göstermektedir. Orijinallik boyutu incelendiğinde; son test puanlarının lehine oldukça dikkat çekici bir yükseliş olduğu görülmektedir. Bu durum, öğretmen adaylarının son test yanıtlarının daha fazla özgün yorum ve fikirleri barındırdığı şeklinde yorumlanabilir. Öğretmen adaylarının 2. Soru için vermiş oldukları ön-son test yanıtları toplamda 12 farklı kategoriye ayrılmıştır. Bu kategoriler; “gezegenin kimliği, gezegenin genel özellikleri, gezegenin coğrafik yapısı, gezegenin atmosferi, gezegende yaşayan canlıların özellikleri, gezegende yaşam, gezegende doğa olayları, karşılaştırmalar, gezegende sosyal yaşam, gezegende kişisel yaşam, gezegende bilim ve teknolojik olaylar ve gezegene gitmeden önceki süreç” olarak oluşturulmuştur. Öğretmen adaylarının verdikleri yanıtlar incelendiğinde; “gezegenin coğrafik yapısı, gezegenin atmosferi, gezegende yaşayan canlıların özellikleri, gezegende yaşam, gezegende doğa olayları, karşılaştırmalar, gezegende sosyal yaşam, gezegende kişisel yaşam, gezegende bilim ve teknolojik olaylar” kategorilerinin hem ön test hem de son test yanıtlarında yer aldığı görülmektedir. Ancak “gezegenin genel özellikleri” kategorisi sadece ön test yanıtlarına bağlı olarak çalışmada yer alırken, “gezegenin kimliği” ve “gezegene gitmeden önceki süreç” kategorileri sadece son test yanıtlarına bağlı olarak çalışmada yer almıştır. Öğretmen adaylarının “Gezegenle ile ilgili” ön test cevaplarına bakıldığında; en fazla “Gezegende yaşam var mı?” ve “Gezegende su var mı?” sorularının sorulduğu

görülmektedir. Bu nedenle bu soruların orijinallik puanları düşüktür. Öğretmen adaylarının son test cevaplarına bakıldığında; en fazla, “Gezegende su var mı?” sorusunun yanıt olarak verildiği görülmektedir. “Gezegenin kimliği, gezegenin genel özellikleri, gezegenin coğrafik yapısı, gezegenin atmosferi (gazlar, basınç, kütleçekim, yerçekimi), gezegende yaşayan canlıların özellikleri, gezegende yaşam, gezegende doğa olayları (mevsim, gece-gündüz), karşılaştırmalar-farklılık/benzerlik, gezegende sosyal yaşam, gezegende kişisel yaşam, gezegende bilim ve teknolojik olaylar ve gezegene gitmeden önceki süreç” kategorilerinin hem ön test hem de son test yanıtlarına bağlı olarak çalışmada yer aldığı görülmüştür. Ancak “gezegenin genel özellikleri” kategorisi sadece ön test yanıtlarına bağlı olarak çalışmada yer alırken, “gezegenin kimliği” ve “gezegene gitmeden önceki süreç” kategorileri sadece son test yanıtlarına bağlı olarak çalışmada yer almıştır. Buradan yola çıkarak öğretmen adaylarının mühendislik tasarım uygulamaları sonrası gerçekleştirdiği bilimsel yaratıcılık ölçeğinde, öğretmen adaylarının hem daha çok yaratıcı fikir ürettikleri, hem de bu fikirlerin son test sonucunda 2 farklı kategori daha oluşturarak yanıtların artış gösterdiği görülmüştür. Bu çalışmadan elde edilen bulgulara benzer şekilde Strong (2013) mühendislik tasarım sürecinin bilimsel süreç becerilerine katkıda bulunduğunu ve bilimsel yaratıcılığı geliştirdiğini söylemektedir. Öğretmen adaylarının bir tasarım gerçekleştirmesi ve bu tasarım sonucu bir ürüne ulaştıklarında sahip oldukları bilgilerin tasarım uygulamaları süreci içerisinde etkili olması ile bilimsel yaratıcılıklarının geliştiği şeklinde yorumlanabilir.

5.2.3. BYÖ “Bisiklet ile İlgili” 3. Soruya İlişkin Yorumlar ve Sonuçlar

Araştırmada ön ve son test olarak uygulanan bilimsel yaratıcılık ölçeğinin bisiklet ile ilgili sorusunda; son test yanıtlarının akıcılık, esneklik ve orijinallik boyutlarında artış olduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının 3. Soru için vermiş oldukları ön-son test yanıtları toplamda 6 farklı kategoriye ayrılmıştır. Bu kategoriler; “estetik, enerji tasarrufu, güvenlik, kullanılabilirlik, inovatif bakış, bisikletin işleyişi” olarak oluşturulmuştur. Öğretmen adaylarının verdikleri yanıtları incelendiğinde; “estetik, enerji tasarrufu, güvenlik, kullanılabilirlik, inovatif bakış” kategorilerinin hem ön test hem de son test yanıtlarına bağlı olarak oluşturulduğu görülmüştür. Ancak “bisikletin işleyişi” kategorisi sadece son test yanıtlarına bağlı olarak çalışmada yer almıştır. Buradan yola çıkarak öğretmen adaylarının mühendislik tasarım uygulamaları sonrası gerçekleştirdiği bilimsel yaratıcılık ölçeğinde, öğretmen adaylarının hem daha çok yaratıcı fikir ürettikleri, hem de bu fikirlerin son test sonucunda 1 farklı kategorinin daha oluştuğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının “bisiklet ile ilgili” vermiş oldukları yanıtlar incelendiğinde; mühendislik tasarım uygulamaları öncesi ön testinde öğretmen adaylarının akıcılık puanı en yüksek yanıtın “Bisiklete

yön gösteren bir cihaz takardım.” olduğu görülmektedir. Son test yanıtlarına bakıldığında verilen yanıtların akıcılık, orijinallik ve esneklik puanları lehine bir değişim olduğu gözlenmektedir. Alanyazın incelendiğinde; Borchers ve diğerleri (2012), mühendislik tasarım sürecinin problemleri çözmeye, problem hakkında yeni planlar oluşturmada ve yaratıcı düşünmede yardımcı olduğu görüşündedir. Lantz (2009), ise mühendislik temelli çalışmaların eleştirel düşünmeyi geliştirdiğini ve bu sebeple problemleri özgün bir şekilde çözenin yollarını artırdığını söylemektedir. Buradan yola çıkarak; mühendislik tasarım sürecinin öğretmen adaylarının özgün bir şekilde düşüncelerini sağladığını ve öğretmen adaylarının sorulara veya problemlere farklı bakış açılarıyla yaklaşmalarını kolaylaştırdığı şeklinde yorumlanabilir.

5.2.4. BYÖ “Yerçekimi ile İlgili” 4. Soruya İlişkin Yorumlar ve Sonuçlar

Araştırmada ön ve son test olarak uygulanan bilimsel yaratıcılık ölçeğinin yerçekimi ile ilgili sorusunda; son test yanıtlarının akıcılık, esneklik ve orijinallik boyutlarında artış olduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının 4. Soru için vermiş oldukları ön-son test yanıtları toplamda 7 farklı kategoriye ayrılmıştır. Bu kategoriler; *“sağlık, ulaşım, sosyal yaşam, doğa ve dünya olayları, yerçekimi, canlı ve yaşam, teknolojik ve bilimsel bakış”* olarak oluşturulmuştur. Öğretmen adaylarının verdikleri yanıtları incelendiğinde; tüm kategorilerinin hem ön test hem de son test yanıtlarında yer aldığı görülmektedir. Buradan yola çıkarak öğretmen adaylarının mühendislik tasarım uygulamaları sonrası gerçekleştirdiği bilimsel yaratıcılık ölçeği kategorilerinde bir değişiklik ya da anlamlı bir farklılık olmadığı görülmektedir. Öğretmen adaylarının ön test yanıtları incelendiğinde en fazla *“Her şey uçardı ve hiçbir şey bir yere bağlı olmazdı.”* Yanıtının verildiği görülmektedir. Fakat öğretmen adaylarının son test yanıtları incelendiğinde; yanıtların orijinalliklerinin yüksek olduğu görülmektedir. Buradan yola çıkarak son test yanıtlarının lehine bir artış olduğu; öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılıklarının geliştiği söylenebilir. Bu soru, son test ile öğretmen adaylarının hayal güçlerinin kullanarak özellikle orijinallik, akıcılık ve esneklik boyutları bakımından kendilerini geliştirdiklerini gösterir nitelikte bulunmuştur.

5.2.5. BYÖ “Kare ile İlgili” 5. Soruya İlişkin Yorumlar ve Sonuçlar

Araştırmada ön ve son test olarak uygulanan bilimsel yaratıcılık ölçeğinin kare ile ilgili sorusunda; son test yanıtlarının orijinallik boyutlarında artış olduğu görülmektedir. Fakat öğretmen adaylarının akıcılık puanlarında son test sonucu bir azalma olduğu tespit edilmiştir. Bu soruda öğretmen adaylarından *“bir kareyi dört eşit parçaya bölmeleri”* ile ilgili çizim yapmaları istenmiştir. Fakat öğretmen adaylarının vermiş oldukları yanıtlar içerisinde ön test çizimlerinin son

test çizimlerinden daha fazla olduğu görülmektedir. Bu da ön testin akıcılığının daha fazla olduğunu göstermektedir. Aynı zamanda son test çizimlerinin orijinalliklerinin lehine bir sonuç çıktığı görülmektedir. Rolling (2016), çizimin mühendislik tasarım sürecindeki en önemli basamaklardan biri olduğunu ve çizim yapan öğrencilerin yaratıcı ve eleştirel düşünme becerilerinin arttığını söylemektedir. Bu bilgiden yola çıkarak, öğretmen adaylarının sadece bir tasarım ortaya çıkarmak veya yaratıcılık becerilerini yazı ile aktarmalarının ötesinde görsel ve çizim ile bilimsel yaratıcılık becerilerini geliştirebildikleri şeklinde yorumlanabilir. Görüşme sorularında öğretmen adaylarına yönetilen tasarım süreci zorlukları sorusuna öğretmen adayları *“Formlar üzerinde çizimlerin eksik ifade edilmiş olması”* cevabını vermişlerdir. Buradan yola çıkarak BYÖ “Kare ile ilgili” sorunun son test akıcılık puanında görülen düşüşün öğretmen adaylarının çizim yapma algularının düşük olmasına bağlı olarak yorumlanabilir.

5.2.6. BYÖ “Peçete ile İlgili” 6. Soruya İlişkin Yorumlar ve Sonuçlar

Araştırmada ön ve son test olarak uygulanan bilimsel yaratıcılık ölçeğinin peçete ile ilgili sorusunda; son test yanıtlarının akıcılık, esneklik ve orijinallik boyutlarında artış olduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının 6. Soru için vermiş oldukları ön-son test yanıtları toplamda 9 farklı kategoriye ayrılmıştır. Bu kategoriler; *“peçetenin içeriği, sağlık, temizlik, dayanıklılık, emicilik, esneklik, dokunma, kalınlık/katlanma ve dış görünüş”* olarak oluşturulmuştur. Öğretmen adaylarının verdikleri yanıtları incelendiğinde; *“peçetenin içeriği, temizlik, dayanıklılık, emicilik, dokunma ve dış görünüş”* kategorilerinin hem ön test hem de son test yanıtlarına bağlı olarak oluşturulduğu görülmüştür. Ancak *“Sağlık”* ve *“Esneklik”* kategorileri sadece ön test yanıtlarına bağlı olarak çalışmada yer alırken, *“Dış görünüş”* kategorisi sadece son test yanıtlarına bağlı olarak çalışmada yer almıştır. Buradan yola çıkarak öğretmen adaylarının mühendislik tasarım uygulamaları sonrası gerçekleştirdiği bilimsel yaratıcılık ölçeği yanıtları aleyhine bir sonuç ortaya çıktığı söylenebilir. Fakat akıcılık, orijinallik ve esneklik boyutları bakımından öğretmen adaylarının her üç boyutta da verdiği yanıtların son test lehine bir değişimde olduğu görülmüştür. Özellikle esneklik ve orijinallik boyutlarının son test yanıtlarında; farklı, özgün ve derinlemesine cevapların yer aldığı görülmektedir. Bu soru ile öğretmen adaylarının bir problem üzerinden kaç farklı çözüm yolu üretebileceklerini gösterebildikleri ve bu konuda başarılı oldukları şeklinde yorumlanabilir.

5.2.7. BYÖ “Elma Toplama Makinesi ile İlgili” 7. Soruya İlişkin Yorumlar ve Sonuçlar

Araştırmada ön ve son test olarak uygulanan bilimsel yaratıcılık ölçeğinin elma toplama makinesi ile ilgili sorusunda; son test yanıtlarının akıcılık, esneklik ve orijinallik boyutlarında artış

olduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının 7. Soru için vermiş oldukları ön-son test yanıtları toplamda 7 farklı kategoriye ayrılmıştır. Bu kategoriler; *“elmalara ulaşma, elmaları bulma, elmaları toplama, elmaları zemine taşıma, elmaları ayıklama, elmaları taşıma aracına koyma ve diğer araca hareket etme”* olarak oluşturulmuştur. Öğretmen adaylarının verdikleri yanıtları incelendiğinde; tüm kategorilerinin hem ön test hem de son test yanıtlarında yer aldığı görülmüştür. Buradan yola çıkarak öğretmen adaylarının esneklik ve orijinallik boyutunda gelişme gösterdikleri ve elma toplama makinelerinde özellikle farklı işlevlerde, farklı fikirlerle birbirinden farklı çizimler yapmış oldukları belirlenmiştir. Barroso ve diğerleri (2016), yapmış oldukları çalışmada bir tasarım probleminin birden fazla çözüm yolu olduğunu ve bu problemi çözüme götüren her yolun özgün bir tasarımı oluşturmada önemli bir adım olduğunu ve problemi çözüme götüren her farklı yolun yaratıcı düşünme becerilerini geliştirmede etkili olduğunu belirtmiştir. Buradan yola çıkarak, mühendislik tasarım uygulamalarının; öğretmen adaylarının hem görsel yaratıcılıklarını, hem de bilimsel yaratıcılıklarını geliştirdiği tespit edilmiştir.

5.3. Araştırmanın Üçüncü Alt Problemine ilişkin Yorumlar ve Sonuçlar

Araştırmada *“Öğretmen adaylarının gerçekleştirdikleri mühendislik tasarım süreci uygulamalarına yönelik görüşleri”* incelendiğinde; öğretmen adayları ile gerçekleştirilen görüşme sorularının 4 ana başlığa ayrıldığı görülmektedir. Bu başlıklar; Ders anlatım planı süreci genel hazırlık, 5E + Tasarım planı hazırlık, Süreç ve Değerlendirme olmak üzere görüşme sorularında yer almaktadır. Öğretmen adayları ders anlatım planı ve kazanımın birbiri ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Kolb (2006), oluşturmuş olduğu yaşantısal öğrenme döngüsünde, öğrenme sürecinin en önemli unsurundan birinin somut yaşantıların kazanımlara ve ders planlarına uygun olması gerektiğini belirtmiştir. Ayrıca somut yaşantı deneyimlerinin, kazanımlar ile ilişkili olması gerektiğini vurgulamıştır. Ayrıca öğrencilerin aktif yaşantılarına bağlı, birbiri ile ilişkili kazanım ve ders planlarının öğrenme ortamlarını zenginleştirdiği görüşündedir. Buradan yola çıkarak öğretmen adaylarının mühendislik tasarım süreci çalışmalarına uygun bir genel hazırlık içerisinde buldukları ve ders anlatım planları ile kazanımlarını ilişkili buldukları yorumu yapılabilir. Öğretmen adaylarına sorulan: *“Ders planı hazırlama uygulama sürecinde sorun yaşadınız mı?”* sorusuna karşılık olarak öğretmen adaylarının çoğu hayır yanıtını vermesine rağmen evet yanıtını veren öğretmen adayları, neden olarak en çok *“Probleme uygun tasarım çalışması bulmanın zaman almış olmasını”* göstermişlerdir. Bu cevabı veren grubun tasarım çalışmasının *“Evrensel Atıklar ve Geri Dönüşüm”* olduğu görülmektedir. Tasarım sürecinde 5E tasarım modelinin en zorlanılan basamaklarından birinin problemin uygulamaya geçme aşaması olduğu görülmektedir (Fazelian ve

Soraghi, 2010). Mühendislik tasarım sürecinde probleme uygun tasarım çalışmasının ortaya çıkmasında süre faktörüne önem verilmekte ve çalışmanın zorluk derecesine göre uygun tasarımın ortaya çıkmasının zaman alabileceği ifade edilmektedir (Tayal, 2013). *“Grup ile birlikte çalışmakta zorlanılması ve grup içi fikir uyuşmazlıklarının ortaya çıkması”* nedenini öne süren “Basit Makineler” tasarım grubu haricinde hiçbir grup bu nedeni belirtmemiştir. Artzt ve Newman (1990), işbirlikli öğrenmeyi küçük gruplar halinde birbirlerinin görüşlerini dikkate alan çalışma takımları olarak ifade ederken, Saban (2004), motivasyonu artıran ve grup içi olumlu bağlılığın oluşmasını sağlayan öğrenme biçimi olarak tanımlamaktadır. Bunun yanı sıra grup ile birlikte çalışmakta zorlanılmasının ve fikir uyuşmazlıklarının ortaya çıkması grubun dinamiğinin değişebilmesine bağlanmaktadır (Kıncal, Ergül ve Timur, 2007). Ayrıca grup içi fikir uyuşmazlıklarının, geleneksel öğrenme yöntemine alışmanın bir sonucu olarak ortaya çıktığını belirtmektedir. “Elektrik enerjisinin dönüşümü” tasarım grubunda yer alan bir öğretmen adayı neden olarak *“Tasarım materyallerini temin etmekte güçlük yaşanmış olması”* nı öne sürmüştür. Apedoe ve diğerleri (2008), yapmış oldukları çalışmanın tasarım sürecinde problemin anlaşılmasının zor olduğunu ifade etmiş ve problemin içeriğine göre malzeme bulma ve malzemeleri kullanmada zorluk yaşandığını belirtmiştir.

Öğretmen adaylarına sorulan *“Hazırladığınız ders anlatım planı gerçek sınıf ortamına uygulanabilir mi?”* sorusuna tüm öğretmen adayları evet yanıtını vermiştir. Ames (2014), yapmış olduğu çalışmada öğretmen adaylarının mühendislik tasarım uygulama planlarını gerçek sınıf ortamlarında uygulamak için hazır hissetmediklerini ortaya çıkarmıştır. Hacıoğlu ve diğerleri (2016), ise yapmış olduğu çalışma sonucunda mühendislik tasarım planları ve uygulamalarının gerçek sınıf ortamlarında uygulanabilmesini sağlayacak öğrenme ortamlarının özenle tasarlanması gerektiğini belirtmiştir.

Öğretmen adayları tarafından hazırlanan ders anlatım planının gerçek sınıf ortamında uygulanabileceğini düşünen grup öğretmen adayları neden olarak; *“Ders anlatımının uygulamaya dayalı ve öğrenci düzeyine uygun olması”* ve *“Yaparak yaşayarak öğrenmenin öğrencileri derse karşı daha fazla güdüleyecek olması”* yanıtını vermişlerdir. Buna bağlı olarak, Sivan ve diğerleri (2000), yaparak yaşayarak aktif öğrenme sonucunda öğrencilerin daha bağımsız öğrenme becerileri kazandıklarını ve derse katılma isteklerinde artış olduğu sonucuna ulaşmıştır. Öğretmen adaylarının hazırlamış oldukları ders anlatım planının gerçek sınıf ortamında uygulanabileceğini düşünen grup öğretmen adaylarının diğer nedenleri incelendiğinde; *“Kullanılan materyallerin gerçek sınıf ortamına uygun olması”, “Grup çalışması olması”* ve *“Görsel ve işitsel çalışmalara yer verilmiş olması”* yanıtlarının gruplar tarafından verilmiş olduğu görülmektedir. Soyut öğrenme

kavramlarının somutlaştırılması ve gerçek sınıf ortamlarında etkin bir şekilde ders işlenmesi için görsel ve işitsel araçların ve çalışmaların öğrenme sürecinde önemli bir rol oynadığı görülmektedir (Kapucu, 2014). Ayrıca hayır yanıtını veren öğretmen adayları ise neden olarak; *“Malzeme ve teknolojik donanım açısından her okula uygulanamama durumunun olması”* nı öne sürmüştür. Buna bağlı olarak mühendislik tasarım uygulamaları sürecinde hedef problemin çözülebilmesi için problem çözme basamaklarında kullanılan malzemelere ve teknolojik araç gereçlerin yeterliğine dikkat edilmesi gerektiğini belirtmiştir (Engineering is Elementary, 2017). Bir başka çalışma ile günlük hayatta sıklıkla kullanılan teknolojik araç gereçlerin, geleneksel malzemeler yerine tercih edilmesi gerektiğini ve araştırmacıların öğretim ortamına bu zenginliği kazandırmalarının önemli olduğunu ifade edilmiştir (Hashemzadeh ve Nilson, 2007).

5E+Tasarım Planı Hazırlık başlığı altında grup öğretmen adaylarına sorulan *“Tasarım planınız 5E modeline göre anlattığınız ders planı ile ilişkili mi?”* ve *“Tasarım planı ve kazanım ilişkili mi?”* sorularına karşın tüm grup öğretmen adayları evet yanıtını vermiştir. Yapılan çalışmada tasarım planı yaparak yaşayarak uygulamaları içerdiğinden, kazanımların ve tasarım planlarının bu ölçüte uygun bir şekilde hazırlanmış olması beklenmektedir. Sert (2008), yapmış olduğu çalışmada program planının yapılandırmacılık ilkelerine uygun olduğunu fakat uygulama sürecinde bazı sorunlar yaşandığını; buna bağlı olarak plan ve programda eksiklikler olduğunu belirtmiştir. Plan ve kazanım ilişkisinin doğru bir şekilde süreçte yer alması için hedeflerin kazanıma ve uygulanacak tasarıma göre olması gerekmektedir (Duban, 2008). Buradan yola çıkarak öğretmen adaylarının, mühendislik temelli tasarım planı ve kazanım uygunluğunu etkili bir şekilde gerçekleştirdikleri yorumu yapılabilir. Grup öğretmen adaylarının tasarım planı hazırlarken yararlandıkları kaynaklar incelendiğinde; en fazla yanıt *“MEB kitabı ve internet”* olurken bunu *“Öğretim yöntem ve teknikleri”*, *“Eba ders anlatım sunumu”* ve *“Animasyon”* yanıtları takip etmektedir. Öğrenme sürecine katılan duyu organları sayısı ne kadar fazla olursa ve bu öğrenme sürecinde ne kadar fazla yardımcı kaynak kullanılırsa öğrenme sürecinin o kadar etkili geçeceği ifade edilmektedir (Demirel ve Altun, 2007). Grup öğretmen adaylarının yanıtları çoğunlukla MEB kitabı ve internet olmasına rağmen tüm öğretmen adayları tasarım sürecinde yardımcı kaynaklardan yararlanmışlardır. *“Süreç”* başlığı altında öğretmen adaylarına yöneltilen *“Kazanıma yönelik problem bulmada sorun yaşadınız mı?”* sorusuna karşın grup öğretmen adaylarının çoğunluğu hayır yanıtını verirken, evet yanıtını veren bazı grup öğretmen adayları neden olarak en fazla *“Öğrenci düzeyine uygun bir problem bulmakta zorluk yaşanması”* nı belirtmişlerdir. Bunun yanı sıra bir öğretmen aday *“Kazanımın yeni program içinde yer alması”* nı gerekçe olarak ifade etmiştir. EIE (2017), Tasarım sürecinde öğrenci düzeyine uygun bir problemin sunulması için öğrencilerin hazırbulunuşluk düzeylerinin, bireysel ve sosyal

özelliklerinin, öğrenme stillerinin, tutum ve beklentilerinin göz ardı edilmemesi gerektiğini vurgulamaktadır.

Öğretmen adaylarına sorulan “Materyal belirleme ve bulmada sorun yaşadınız mı?” sorusuna öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu hayır cevabını verirken; “*Basınç (Katı basıncı)*”, ve “*Elektrik Enerjisinin Dönüşümü*” tasarım uygulamalarını gerçekleştiren öğretmen adaylarından bazıları evet cevabını vermiştir. Buna neden olarak ise; “*Bazı materyallerin basit olması ama zor bulunmuş olması*” yanıtını vermişlerdir. Materyal seçiminde kolaylıkla ve yenilebilir malzemelerin seçilmesine dikkat edilmesi gerektiği ifade edilmiştir (Demirel ve Altun, 2007). Bunun yanı sıra araç gereç seçiminde maliyetin etkili olduğunu, tasarım uygulamalarına materyal seçerken, yöntem ve tekniklerin içeriğe uygun olmasına dikkat edilmesi gerektiğini ve gerektiğinde zor bulunan materyallerin haricinde yedek bir materyal listesinin oluşturulmasının önemli olduğunu belirtmiştir. Buradan yola çıkarak bazı öğretmen adaylarının tasarımlarının zorluk derecelerine göre malzeme bulmada zorluk yaşadıkları yorumu yapılabilir.

“*Örnek tasarım uygulamasını ders öncesi yapıp denediniz mi?*” sorusuna karşılık olarak tüm gruplar evet yanıtını vermiştir. “*Sınıf içi uygulamada sorun yaşadınız mı?*” sorusuna karşın ise bazı öğretmen evet yanıtını vermiştir. Neden olarak ise en fazla; “*Tasarım probleminin çalışma grupları tarafından anlaşılmasının zor olması, matematik sınırlılıklarının eksik ifade edilmiş olması ve formlar üzerinde çizimlerin eksik ifade edilmiş olması*” yanıtı verilmiştir. Barroso ve diğerleri (2016), yapmış oldukları çalışmada problemin sınırlılıklarının önemine dikkat etmiş ve uygulama sürecinde çizim yapılmadan bir sonraki adıma geçilmesine izin verilmemiştir. Buradan yola çıkarak grup öğretmen adaylarının da problemin sınırlılıklarına ve çizimlerin önemine dikkat ettikleri yorumu yapılabilir. Bu sayede öğretmen adaylarının sınıf içi uygulamalarda hangi basamakların önemli olduğunun önemini bildikleri yorumu yapılabilir. Değerlendirme başlığının alt sorusu olan “Grup ile çalışma sürecinde sorun yaşadınız mı?” sorusuna karşın grup öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu hayır yanıtını verirken, evet yanıtını veren öğretmen adayları “*Materyallerin seçiminde anlaşmazlıkların olması*” nı ve “*Grubun verilen yönergeleri takip etmemiş olması*” nı gerekçe olarak göstermişlerdir. Mühendislik tasarım sürecinde yönergelerin doğru bir şekilde ilerlemesi için bir tasarımı uygulamadan önce grup içinde beyin fırtınası yapılması gerektiğini tasarım sürecinin gereksinimlerini en iyi şekilde karşılamak için ve malzemeler adına anlaşmazlıkları önlemek için birçok faktörün göz önünde bulundurulması gerektiğini belirtmektedir (Tayal, 2013). Bu faktörler; kalite, güvenlik, sürdürülebilirlik, test edilebilirlik, yapım kolaylığı ve üretilebilirlik olarak belirtilmiştir. Verilen yönergeleri takip etmenin en önemli yolunun öğrencilerin kendi aralarında sözlü ve yazılı yönergeleri birlikte kontrol etmeleri gerektiği olduğunu belirtilmiştir (English ve

King, 2015). Buradan yola çıkarak öğretmen adaylarının yönergeleri takip ederken bazı faktörleri yerine getirmekte zorlandıkları yorumu yapılabilir.

“Hazırladığınız tasarım süreci planının gerçek sınıf ortamlarında uygun olduğunu düşünüyor musunuz?” sorusuna grup öğretmen adayları çoğunlukla evet yanıtını vermiştir. Grup öğretmen adayları en çok *“Tasarımın kolay ve öğrenci düzeyine uygun olması”* yanıtını gerekçe olarak göstermiştir. Diaz ve King (2007), yapmış olduğu çalışmada tasarımın öğrenci düzeyine uygun olması gerektiğini vurgulamış ve mühendislik tasarım etkinliklerinin erken yaşta öğrencilere kolaydan zora doğru uygulanması gerektiğini belirtmiştir. Bir başka farklı neden olarak grup öğretmen adayları *“Öğrencilerin yeni şeyleri keşfedip gerçek hayat problemlerine daha çok ilgilerinin artması”* yanıtını vermişlerdir. Teknolojinin ve yeni öğretim teknikleri unsurlarının öğrencilerin dikkatini çektiğini ve bu sayede öğretmen adaylarının gerçek hayat problemlerine karşın çözüm odaklı bakış açılarını geliştirdiklerini ifade edilmiştir (Fleer, 2000). Hazırlamış oldukları tasarım süreci planının gerçek sınıf ortamlarında uygun olmadığını ifade eden grup öğretmen adayları ise neden olarak *“Bazı malzemelerin öğrencilerin seviyelerine uygun olmaması”* ve *“Uygulama sürecinin çok fazla zaman alacak olması”* nı ifade etmişlerdir. Holmes ve diğerleri (2007), tasarım etkinlikleri sürecinde, tasarımların birçok kez denenmesi gerektiğini ve her bir denemede farklı materyallerin kullanılması gerektiğini belirtmiştir. Bu sayede hangi materyallerin öğrenci seviyesine uygun olup olmadığını öğrencilerin kendilerinin belirlemesine izin vermiştir. Bir başka çalışmada mühendislik uygulama basamaklarının her birine verilmesi gereken sürenin çalışma öncesinde planlanması gerektiği ve süreç içinde sürenin kontrol edilmesinin zorunlu olduğunu belirtilmiştir (Honey ve diğerleri, 2014). Buradan yola çıkarak grup öğretmen adaylarının mühendislik tasarım uygulamalarını daha sık gerçekleştirdikleri takdirde sürenin sürece göre planlanabileceği şeklinde yorumlanabilir. Süreç içerisinde yararlandıkları kaynakları daha çok MEB ders kitabı ve internet ile sınırlı tutmuş oldukları görülmektedir. Buna ek olarak öğretmen adayları; öğretim yöntem ve teknikleri kitabı, ders sunum örnekleri ve animasyonlardan da yararlandıkları görülmektedir. Görüşme soruları sonucunda öğretmen adaylarının en çok tasarıma uygun bir problem bulmada zorluk çektikleri görülmüştür. Buna önlem olarak, verilen sürenin biraz daha uzun olması gerektiğini önermişlerdir. Ayrıca öğretmen adayları kolaylıkla ve zorlukla gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarını ifade etmişlerdir. Zorlukla gerçekleştirdikleri çalışmaların nedeni olarak o tasarım çalışmasının probleminin anlaşılmasında zorlukların yaşandığı ve öğretmen adaylarına sürenin yeterli gelmemesinin de buna etmen olduğu görülmektedir. Öğretmen adayları Mühendislik Tasarım Uygulamalarının kendilerini sürece daha fazla güdülediğini ve bu sayede öğrencilerin de yaparak yaşayarak gerçekleştirecekleri tasarım etkinliklerden keyif alacaklarını ifade ettikleri

görülmektedir. Öğretmen adayları tasarım süreci boyunca kullandıkları materyallerin gerçek sınıf ortamlarına uygun olduğunu ifade etmiş ve tasarım uygulamalarının birçok duyu organına hitap ederek öğrenme sürecini zenginleştirdiğini belirtmiştir. Tasarım modelinin gerçek sınıf ortamına uygun olmayacağını düşünen öğretmen adayları ise bazı materyallerin öğrencinin seviyesine uygun olamayabileceğini öne sürmüş, uygulama süresinin her sınıf ortamında yeterli olamayabileceğini de ifade etmiştir. Bu şekilde sonuçların ortaya çıkmasını sağlayan etmenlerin; çalışma gruplarının tasarım modeli hazırlık ve uygulama sürecinde yaşamış oldukları zorluklar ve kazanım ile ilgili oluşturmaya çalıştıkları problem hikayesinin anlaşılmasında yaşanan zorlukların olduğu görülmektedir.

Bu çalışmayı destekleyecek şekilde, Hacıoğlu ve diğerleri (2016), yapmış oldukları çalışmada fen bilimleri öğretmen adaylarının mühendislik tasarım temelli fen eğitimine ilişkin görüşlerini almış ve öğretmen adaylarının tasarım temelli uygulamalara yönelik olumlu görüşler sunduklarını ve özellikle gerçekleştirmiş oldukları uygulamaları kendi sınıf ortamlarında uygulamak istediklerini ifade etmişlerdir. Bunun yanı sıra Sungur-Gül ve Marulcu (2014), yapmış olduğu çalışmada fen bilimleri öğretmen adaylarının mühendislik tasarım uygulamalarına ders materyali olarak eklenen legolara karşı bakış açıları incelenmiş ve öğretmen adaylarının legoları ders materyali olarak kullanabilecek düzeyde olmadıkları görülmüştür. Ames (2014), yapmış olduğu çalışmada öğretmenlerin mühendislik tasarım dersine karşı hazır hissetmedikleri sonucunu çıkarmıştır fakat Sümen ve Çalışıcı (2016), yapmış oldukları çalışmada öğretmen adaylarının çalışmaları eğlenceli ve verimli buldukları görülmüştür. Tarkın-Çelikkıran ve Aydın-Günbatar (2017), yapmış oldukları çalışmada öğretmenlerin daha önce tasarım temelli çalışmalar üzerinde deneyimleri olmadığı için, süreç içerisinde zorlandıklarını ve problemlere çözüm bulmakta zorlandıklarını ortaya çıkardığı görülmektedir. Dani ve diğerleri (2018), yapmış oldukları çalışma sonucunda öğretmen adaylarının mühendislik tasarım temelli süreci verimli bir şekilde yürütebilmeleri için yeterli zamanın uygun bir ortamda oluşturulması gerektiğini ifade etmiştir ayrıca yapılan bir başka çalışma sonucunda öğretmen adaylarının STEM ve mühendislik tasarım temelli eğitim uygulamaları sonucunda fen bilgisi laboratuvar dersi öğrenme düzeyinin artış gösterdiği görülmüştür (Yıldırım ve Altun, 2015).

5.4. Araştırmanın Dördüncü Alt Problemine İlişkin Yorumlar ve Sonuçlar

Araştırma kapsamında öğretmen adaylarının mühendislik tasarım süreci uygulamalarının ortaokullardaki uygulanabilirliği konusundaki görüşleri alınmış ve elde edilen bulgular aşağıda detaylı olarak yorumlanmıştır.

İlk olarak öğretmen adaylarına mühendislik tasarım temelli etkinlikler içerisinde kolaylıkla gerçekleştirdikleri çalışma sorulmuştur. Öğretmen adayları en çok *“Karışimleri kolaylıkla ayırıyorum”* ve *“Araba Parkı”* çalışmalarını kolaylıkla gerçekleştirdiklerini ifade etmişlerdir. Bu iki tasarım uygulamasını gerçekleştiren grup öğretmen adaylarının grup görüşme yanıtları incelendiğinde; ders anlatım planı ve kazanımın ilişkili olduğunu, ders planı hazırlama uygulama sürecinde sorun yaşamadıklarını, tasarım planlarının 5E modeline göre anlatmış oldukları ders planı ile ilişkili olduğunu, tasarım planı ve kazanımın ilişkili olduğunu, kazanıma yönelik problem bulmada sorun yaşamadıklarını, materyal belirleme ve bulmada sorun yaşamadıklarını örnek tasarım uygulamasını ders öncesinde yapıp denediklerini, sınıf içi ve grup içi çalışmalarda zorluk yaşamadıklarını ve son olarak hazırlamış oldukları tasarım süreci planının gerçek sınıf ortamlarında uygun olduğunu düşündüklerini ifade etmişlerdir. Diaz ve King (2007), çözümüne kolaylıkla ulaşılan problemlerin ancak tasarım süreci boyunca tüm yönergeleri takip eden grup çalışmaları ile gerçekleşeceği sonucuna ulaşmışlardır. Buradan yola çıkarak öğretmen adaylarının kolaylıkla gerçekleştirdiklerini belirtmiş oldukları tasarımların; tüm yönergeleri dikkate aldığı ve tasarım basamaklarını eksiksiz bir şekilde gerçekleştirdiği görülmektedir.

Öğretmen adayları *“Neden bu çalışmayı seçtiniz?”* sorusuna karşılık olarak en çok *“Malzemelerin uygun olması”* yanıtını vermiştir. Öğretim materyallerinin temel amacı, verilen mesajları alıcı konumundaki öğrencilere en doğru ve anlaşılır bir şekilde somut bir döngü içerisinde ulaştırabilmektir (Seferoğlu, 2006). Demirel ve Altun (2017), çalışma sürecinde kullanılan tasarımlara uygun malzemelerin, öğrenmeyi kolay hatırlamayı sağlamada, soyut bilgileri somutlaştırmada, birbiriyle tutarlı içeriklerin farklı zamanlarda sunulmasına yardımcı olmada büyük rol taşıdığı sonucuna ulaşmıştır. Bir diğer yanıt olarak öğretmen adayları *“Çalışmanın eğlenceli olması”* yanıtını vermişlerdir. Yapılan tasarım temelli çalışmalar sonucunda öğrencilerin genellikle eğlenceli bulmuş oldukları mühendislik tasarım etkinliklerini tekrar gerçekleştirmek istedikleri gözlenmiştir (EIE, 2017). Buradan yola çıkarak eğlenceli bir şekilde gerçekleştirilen çalışmaların aynı zamanda kolaylıkla yürütülen çalışmalar olduğu yorumu yapılabilir.

Öğretmen adayları *“Mühendislik tasarım uygulamaları sırasında en çok zorlandığınız çalışma hangisiydi?”* sorusuna karşılık olarak en çok *“Özgün bir aydınlatma aracı”* yanıtını vermiştir. Özgün bir aydınlatma aracı tasarımını yapan grup öğretmen adaylarının grup görüşme yanıtları incelendiğinde; öğretmen adaylarının tasarım uygulama öncesi, süreci ve sonrasında herhangi bir sorun yaşamadıkları görülmüştür. Neden bu çalışmanın zorlanılan çalışma olarak seçildiği incelendiğinde; öğretmen adaylarının problem ile ilgili görüşleri, malzeme ile ilgili görüşleri ve diğer görüşlerinin olduğu görülmektedir. En çok yanıt alan cevapların; *“Malzeme yetersizliği”*,

“Problem ve istenilenlerin net olmaması” ve *“Grup içi uyumsuzluk”* olduğu görülmektedir. Bir problemin çözüm sürecinde var olan materyal eksikliklerinin; öğrencilerin bireysel farklılıklarını dikkate almada zorluk çıkaracağını ve bu eksikliğin öğrencilerin, farklı öğrenme stilleri ihtiyaçlarını karşılayamayacağını belirtilmiştir (Demirel ve Altun, 2007). Welch ve Lim (2000), problemin araştırmacı tarafından okunması ve araştırmacının problemi anlama sürecinde tüm yönlendirmeleri doğru bir şekilde yapması gerektiğini ifade etmiştir. Kaptan ve Korkmaz (2001), grup içi çalışmalarda bile her öğrencinin kendi sorumluluğunu yerine getirmesi gerektiğini belirtmiştir.

“Mühendislik tasarım uygulamalarının fen bilimleri öğretim programına uygunluğu” ile ilgili sorunun yanıtları incelendiğinde; öğretmen adaylarının en çok *“Kazanım – tasarım uygunluğu”* ve *“Öğretim modeli – tasarım süreci uygunluğu”* yanıtlarını verdikleri görülmektedir. Arsal (2014), öğretim programında öğrencilerin aynı bilgiye ulaşmasını gerektiren kazanımların gözden geçirilmesi gerektiğini belirtmiştir. Aynı bilgiye ulaştıran kazanımların esnekliklerinin düşük olduğunu ve bu durumun öğretimin veya tasarımın sahip olması gereken yaratıcılığı yok edeceği ifade edilmektedir. Buradan yola çıkarak, kazanım ve tasarım uygunluğunun tasarım sürecini önemli ölçüde etkileyebileceği şeklinde yorumlanabilir. Mühendislik tasarım uygulamalarının fen bilimleri öğretim programa uygun olmadığını ifade eden öğretmen adayları ise en çok; *“Ders saati sıkıntısı”* yanıtını vermişlerdir. EIE (2017), yapmış oldukları çalışmada mühendislik tasarım uygulamalarının bazı süreçlerini okul sonrası etkinlikleri adı altında gerçekleştirerek zamanı daha esnek bir şekilde kullanmış oldukları görülmektedir. Buradan yola çıkarak, ders saati sıkıntısını, tasarım sürecinin gerekliliğine bağlı olarak farklı şekillerde yok edilebileceği yorumu yapılabilir.

“Mühendislik tasarım uygulamasının ortaokul öğrencilerine uygulanabilirliği” ile ilgili sorunun yanıtları incelendiğinde; öğretmen adayları *“öğrenmede kalıcılık sağlaması”* ve *“günlük hayat problemlerini içermesi”* yanıtlarını vermişlerdir. MEB (2018), benimsediği strateji ve yöntemlerde öğrencilerin bilgiyi anlamlı ve kalıcı olarak öğrenebilmeleri için sınıf/okul içi ve dışında yaparak yaşayarak öğrenme alanlarının olmasını gerekli kılmıştır. Ayrıca öğrenme sürecinin, günlük hayat problemleri ile ilişkili olması gerektiğini belirtmiştir. Buradan yola çıkarak öğretmen adaylarının da tasarım uygulamalarının ortaokul öğrencilerine uygulanabilmesi adına aynı düşüncede olduğu söylenebilir.

“Mühendislik tasarım uygulamasının ortaokul öğrencilerine uygulanmaması” gerektiğini düşünen öğretmen adayları ise; *“Her kazanıma uygun olamayacağı”*, *“Kalabalık sınıflara uygun olamayacağı”*, *“Öğrenci niteliğine uygun olamayabileceği”* gerekçelerini sunmuştur. MEB (2018), ülkemizde STEM eğitime geçmek için, özellikle fen bilimleri dersi olmak üzere öğretim

programlarında kazanımlara ve öğrenci niteliğine uygun olması için köklü çalışmalar ve yenilikler yapılması gerektiğini ifade etmektedir. Bunun yanı sıra EIE (2017), uygulamaların kazanımlar ile uygun olmaması durumunda, okul sonrası etkinlik çalışmaları ile uygulamaların zenginleştirilebileceği ifade edilmiştir. Bahar ve diğerleri (2018), yapmış oldukları çalışmada kazanım ve tasarım uygunluğunun ancak öğretim programında mühendislik tasarım temelli çalışmaların yer almaları ile mümkün olacağını ifade etmiştir. Ayrıca Kolodner (2002), mühendislik tasarım sürecine engel olabilecek üç önemli unsurun; öğretmen eğitimi, zaman yönetimi ve beceriler ile öğrenme çıktılarının ölçümü olduğunu belirtmiştir. Buradan yola çıkarak mühendislik tasarım uygulamalarının ortaokul öğrencilerine uygulanabilmesi için öğretim programlarının geçmiş yıllardaki öğretim programları ile ilişkilendirilmesi ve okul içi okul dışı mühendislik tasarım uygulamalarının zaman yönetimini nasıl gerçekleştirdikleri, beceriler ile öğrenme çıktılarının nasıl yorumlandığı gibi unsurların değerlendirilmesi gerektiği yorumu yapılabilir.

“Mühendislik Tasarım Uygulamalarının gerçek sınıf ortamında uygulanabilmesi için gerekli öğretmen özellikleri” sorusunun yanıtları incelendiğinde; öğretmen adaylarının en çok *“Öğretmenlerin Öğrencilere karşı özellikleri”* başlığı altında cevaplar vermiş oldukları görülmektedir. NAE ve NRC (2009), Mühendislik Tasarım Uygulamaları sürecinde öğretmenlerin, öğrencilere rehber olması ve bu sürecin sağlam temeller üzerine inşa edilmesi için öğretmen adaylarının Mühendislik Tasarım Süreci bilgisi yeterliğine sahip olmaları gerektiği ifade edilmiştir. Nadelson, Seifert, Mall ve Coats (2012), öğretmenlerin sahip olması gereken mesleki becerileri haricinde, tasarım uygulamaları sürecine karşı istekli olmaları ve teknolojik gelişmelere açık bir öğretmen profili çizmeleri gerektiği ifade edilmiştir. Bunun yanı sıra Reimen (2002), öğretmenlerin kişisel değerleri mesleki değerleri ile uyumlu ise, bu öğretmenlerin eğitim öğretim süreci içerisinde motivasyonlarının da yüksek olacağı belirlenmiştir. Atman ve diğerleri (2007), öğretmenlerin Mühendislik Tasarım Süreci boyunca öğrencilerine iyi bir rehber olabilmesi ve sürece katılımda öğrencilerini güdüleyebilmeleri için içerik ve pedagojik açıdan yeterli donanımına sahip olmaları gerektiğini belirtmektedir. Buradan yola çıkarak öğretmen adaylarının mesleki bilginin önemli olmasına dikkat ettikleri ve uygulama süreci boyunca motivasyonun önemini kavradıkları şeklinde bir yorum yapılabilir.

“Mühendislik Tasarım Uygulamalarının gerçek sınıf ortamlarında uygulanabilmesi için öğretmen adaylarının almış oldukları eğitimin yeterli olup olmadığı” na ilişkin sorusunun yanıtları incelendiğinde; öğretmen adaylarının en çok *“Kapsamlı, planlı bir eğitim süreci olması”* yanıtı ile almış oldukları eğitimi yeterli gördüklerini ifade etmişlerdir. Thomas ve diğerleri (2015), Mühendislik Tasarım Temelli uygulamalar süreci boyunca en önemli tasarım basamağının plan ve

programın hazırlanış süreci olduğunu belirtmiştir. Öğrencilerin tasarım uygulamalarını nasıl gerçekleştireceklerine dair en önemli temel basamağın planlama ve program döngüsü olduğunu ifade etmiştir. Topalsan (2018), yapmış olduğu çalışmada öğretmen adaylarıyla gerçekleştirmiş olduğu mühendislik tasarım uygulamaları öncesinde öğretmen adayları planlı ve programlı bir eğitim süreci geçirmişlerdir. Buradan yola çıkarak öğretmen adaylarının mühendislik tasarım uygulamaları öncesi almış oldukları eğitimin yeterli olduğu yorumu yapılabilir. Mühendislik Tasarım Süreci ile almış oldukları eğitimi yeterli bulmayan öğretmen adayları; “Zaman yetersizliği”, “Tasarımların yeterli sayıda olmaması”, “Üniversite derslerinde uygulamalı ders sayısının az olması”, “Teknolojik araç gereç eksikliğinin olması” ve “Hizmet içi eğitim alınması gerektiği” gerekçelerini sunmuşlardır. Ames (2014), yapmış olduğu çalışmada öğretmen adaylarının hizmet içi eğitim almaları gerektiğini belirtmiş ve öğretmen adaylarının bu süreçte kendilerini hazır hissetmemelerinin sebebini daha önce bu şekilde bir öğretim içeriğini tecrübe etmemeleri ile ilişkilendirmiştir. EIE (2017), Mühendislik tasarım temelli uygulamaların zaman alan çalışmalar olduğunu ifade ederek, okul dışı uygulamalar ile etkinliklerin planlı ve programlı bir şekilde ilerlemesini sağlamıştır. Hynes (2012), yapmış olduğu çalışmada öğretmen adaylarının prototip oluşturmada ve tasarım süreci boyunca zorluk yaşadıklarını, bu zorlukların daha önce tecrübe edilmemiş tasarım etkinliklerinin eksikliğinden kaynaklandığı sonucuna ulaşmıştır. Buradan yola çıkarak öğretmen adaylarının aldıkları eğitim ile gerçek sınıf ortamlarında mühendislik tasarım uygulamalarını gerçekleştirebilmeleri için, daha fazla tasarım etkinliği tecrübesine sahip olmaları ve süreç içerisindeki zaman ve materyal eksikliklerinin de eksiksiz bir şekilde tamamlanması gerektiği şeklinde yorumlanabilir. Öğretmen adayları “*Etkili bir öğretim için öneriler*” ile ilgili soruya en çok “*Uygulamalı Öğretim*” olması gerektiği ile ilgili yanıtlar vermişlerdir. “Uygulamaya dayalı dersler arttırılmalı”, “Uygulamalı teknoloji dersleri verilmeli” ve “Gerçek öğrenciler üzerinde uygulamalar yapılmalı” yanıtlarını vermişlerdir. Dailey ve diğerleri (2018), öğretmen adaylarının daha önce mühendislik tasarım uygulamalarına dayalı çalışmalar yapmadıklarını ve uygulamış oldukları mühendislik tasarımına dayalı çalışmalar sayesinde ileride kendi gerçek sınıf ortamlarında tasarım sürecini aktif bir şekilde gerçekleştirebilecekleri sonucuna ulaşmışlardır.

“*Mühendislik tasarım ders planı üzerinde eklemeler veya çıkarmalar*” yapıldığında öğretmen adaylarının vermiş oldukları yanıtlar; “*Süre*”, “*Problem*”, “*Materyal*” ve “*Diğer*” kategorileri altında toplanmıştır. Ayrıca okul içi ve okul dışı öğrenme ortamlarında sürenin esnetilebildiği, problemin eğitim programlarına entegre edilmeye çalışıldığı, materyallerin farklı yaş gruplarındaki öğrencilerin tutumlarına, ilgilerine ve motivasyonlarına göre düzenlendiği bir süreç planı oluşturulması gerektiğini ifade edilmiştir (Kuenzi, 2008). Bunun yansısı Seferoğlu (2006), ne

kadar materyal çeşitliliği sağlanırsa, öğrenmede o kadar kalıcılığa ve güdülenmeye ulaşılabileceğini ifade etmiştir. Öğretmen adaylarının yanıtlarından biri olan *“Tasarımdaki sınırlılıkları çıkarırdım”* yanıtına karşılık olarak Duban (2008), mühendislik uygulamaları sürecindeki sınırlılıkların süreç içerisinde yaratıcı düşünmeyi aktif kıldığını ifade etmiştir.

Son olarak *“Mühendislik Tasarım Uygulamalarının öğretmen adayına katkısı”* na ilişkin soruya öğretmen adayları en çok *“Yaparak yaşayarak öğrenmenin önemini kavradım.”* Yanıtını vermiştir. Bunun yanı sıra öğretmen adayları Mühendislik Tasarım Uygulamalarının yaratıcı düşünme becerilerini geliştirdiğini, eğlenerek öğrenmenin mümkün olduğunu kavradıklarını ve günlük hayat ile yaratıcılık arasında pozitif bir ilişki kurmayı öğrendiklerini ifade etmişlerdir. English ve King (2015), yapmış olduğu çalışmada günlük hayat problemleri ile ilgili tasarımları ve yaparak yaşayarak öğrenmeyi hedef alan tasarım süreç basamakları ile çalışmayı gerçekleştirmiştir. Dym ve diğerleri (2005), yapmış oldukları çalışmada, Mühendislik Tasarım etkinliklerinin problem ile günlük hayat arasındaki ilişkinin aktif bir şekilde öğrenme sürecine dahil edilmesi gerektiğini belirtmiştir. Bu çalışmada ayrıca birçok grup öğretmen adayı, grup içi uyuşmazlığın süreçte olabileceğini, problem ve istenilenlerin net olamayabileceğini, malzeme yetersizliğini, süre sıkıntısını ve kalabalık sınıflarda mühendislik tasarım uygulamalarının aktif bir şekilde gerçekleşemeyeceğini ifade ettikleri görülmektedir.

Çalışmada Mühendislik Tasarım Uygulamaları sonrası Öğretmen adaylarına uygulanan görüşme soruları sonucunda mühendislik tasarım uygulamalarının öğrenmede kalıcılık sağladığını, günlük hayat problemlerini içerdiğini, eğlenceli bir çalışma ortamı yarattığını ve kazanımlar ile tasarımların uyumuna bağlı olarak uygulamaların gerçek sınıf ortamında uygulanabileceğini belirttikleri görülmektedir.

Çalışmaların sonucunda;

Mühendislik Tasarım Etkinliklerinin uygulandığı öğrenmen adaylarına, etkinlikler öncesi ve sonrası uygulanan Mühendislik Becerileri Anketi sonucunda, son test Mühendislik Becerileri lehine gelişme olduğu tespit edilmiştir. Mühendislik Becerileri Anketi sonuçlarında; “inşa etme, hayal etme, yaratıcı olma, çizim, takım çalışması, veri analizi, plan yapma, eleştirel dönüt, geri bildirim, bırakmama, problem çözme ve diğer” becerileri üzerinde bir artış olmuştur.

Bilimsel yaratıcılık ölçeğinden elde edilen akıcılık, orijinallik ve esneklik puanları incelendiğinde; son test uygulama sonuçları akıcılık ve orijinallik boyutlarında istatistiki anlamlı bir farklılık görülmektedir. Esneklik boyutu son test sonucunda istatistiki bir anlamlılık görülmemesine rağmen, son test aritmetik ortalama sonuçlarında bir artış görülmektedir. Öğretmen adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ölçeğine vermiş oldukları yanıtlar incelendiğinde; oluşturulan kategorilerin son

test lehine olduğu görülmektedir. Oluşturulan kategorilerin son testte artış göstermesi öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılıklarının geliştiğini göstermektedir.

Gruplar halinde çalışan öğretmen adayları ile gerçekleştirilen görüşme sorularına bağlı olarak, öğretmen adaylarının mühendislik tasarım süreci uygulamalarına yönelik görüşleri incelendiğinde; öğretmen adaylarının ders anlatım planı genel hazırlığı sürecinde genel olarak sorun yaşamadıkları, hazırladıkları ders planları ile kazanımların ilişkili olduğunu ifade ettikleri görülmektedir. Ayrıca öğretmen adayları hazırlamış oldukları ders planlarının gerçek sınıf ortamında uygulanabileceğini ve uygulamaların öğrencileri derse karşı güdüleyeceğini belirtmişlerdir.

Mühendislik Tasarım Uygulamaları sonrası Öğretmen adaylarına uygulanan görüşme soruları sonucunda ise öğretmen adaylarının mühendislik tasarım uygulamalarının öğrenmede kalıcılığı artırdığı, kazanımlar ve tasarımlar arasında uyum olduğunu, ayrıca öğretmen adaylarının almış oldukları mühendislik tasarım uygulamaları eğitiminin gerçek sınıf ortamında yeterli ve verimli olabilmesi için, uygulamalı öğretimin olmasının önemli olduğu; buna bağlı olarak uygulamaya dayalı derslerin artırılması ve uygulamalı teknoloji derslerinin verilmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

5.5. Öneriler

Araştırma sonuçları kapsamında uygulayıcılara ve ileride yapılacak araştırmalara yönelik çeşitli önerilerde bulunulmuştur. Önerilerin öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılıklarının gelişimine, Mühendislik Tasarım Uygulamalarının değerlendirilmesi adına yapılacak ilerideki çalışmalara katkı sağlayabilecek öneriler vermeye çalışılmıştır.

5.5.1 Uygulayıcılara Yönelik Öneriler

1. Mühendislik Tasarım Uygulamaları öncesi öğretmen adayları mevcut kazanımlar dışı etkinlikler ve farklı materyaller geliştirip tasarım uygulamalarını gerçekleştirilebilir ve gerçekleştirilen bu uygulamaların Mühendislik Tasarım Süreci üzerindeki etkililiği araştırılabilir.

2. Mühendislik Tasarım Süreci teknolojiye ve yeniliklere açık bir program tasarımı olduğu için öğrencilerin ve öğretmenlerin program modelini gerçek sınıf ortamlarında yürütebilmeleri adına gerekli araç gereçleri nasıl kullanacaklarına dair eğitim almaları önerilmektedir.

3. Araştırmacının süreç boyunca çalışma grubu ile yüz yüze veya teknolojik bir platform üzerinden görüşmeler sağlanması ve çalışma grubu ile kuracağı iletişimin süreklilik halinde olması önerilmektedir.

5.5.2. İleride Yapılacak Araştırmalara Yönelik Öneriler

1. Bu çalışma 4. Sınıf Fen Bilimleri Öğretmen Adayları ile 9 hafta boyunca yürütülmüştür. Araştırmadan elde edilen bulguların genellenebilmesi amacıyla farklı örneklem gruplarıyla ve daha uzun bir zaman diliminde Mühendislik Tasarım Uygulamalarının uygulanabilirliği incelenebilir ve farklı örneklem gruplarının MTU hakkındaki görüşleri alınabilir.

2. Bu araştırma Fen Bilimleri dersi kazanımlarının ele alınması ile oluşturulan Mühendislik Tasarım Uygulamalarını içerirken, ileride yapılacak çalışmalarda diğer derslerin MTU uygulanabilirliğinin değerlendirilmesi önerilmektedir.

3. Mühendislik tasarım sürecinin bilimsel yaratıcılığa odaklandığı bu araştırma, benzer şekilde eleştirel düşünme, tartışma, vb. düşünme becerileri ile motivasyon üzerinde gerçekleşebilir.

4. Araştırma sürecinde, araştırmacının çalışma grubuyla birlikte iletişime geçmek ve süreci takip etmek amacıyla kullanmış olduğu Edmodo adlı eğitsel bir platform dışında farklı, güncel ve çalışma grubunu sürece karşı güdüleyici platformlar kullanılarak araştırma yürütülebilir.

KAYNAKLAR

- [1].Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M. S., Öner, T., & Özdemir, S. (2015). Stem Eğitimi Türkiye Raporu. *İstanbul Aydın Üniversitesi STEM Merkezi ve Eğitim Fakültesi*.
- [2].Aksoy, G., & Gürbüz, F. (2013). An example for the effect of 5E model on the academic achievement of students: in the unit of "force and motion". *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(2), 1-16.
- [3].Aktamış, H., & Ergin, Ö. (2006). Fen eğitimi ve yaratıcılık. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, (20).
- [4].Aktamis, H., & Ergin, Ö. (2008, June). The effect of scientific process skills education on students' scientific creativity, science attitudes and academic achievements. In *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching* 9(1), 1-21.
- [5].Altunışık, R., Coşkun, R., Bayraktaroğlu, S., & Yıldırım, E. (2010). Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri-SPSS Uygulamalı. 6. Baskı, Sakarya: Sakarya Yayıncılık. *İşletme Bilimi Dergisi (JOBS)*, 2018; 6 (1): 185-205.
- [6].Ames, R. T. (2014). *A survey of Utah's public secondary education science teachers to determine their feelings of preparedness to teach engineering design*. Utah State University. Engineering and Technology Education.
- [7].Apedoe, X. S., Reynolds, B., Ellefson, M. R., & Schunn, C. D. (2008). Bringing engineering design into high school science classrooms: The heating/cooling unit. *Journal of science education and technology*, 17(5), 454-465.
- [8].Arsal, Z. (2014). İlköğretim fen ve teknoloji dersi öğretim programı kazanımlarının yapılandırıcılık ilkelerine göre değerlendirilmesi. *International Journal of Curriculum and Instructional Studies*, 2(3).
- [9].Artz, A. F., & Newman, C. M. (1990). Cooperative learning. *Mathematics Teacher*. 83, 448-449.
- [10].Atman, C., Adams, R., Cardella, M., Turns, J., Mosborg, S., & Saleem, J., (2007). Engineering Design Processes: A Comparison of Students and Expert Practitioners. *Journal of Engineering Education*, 96(4), 359-379.
- [11].Aydeniz, M., Cakmakçı, G., Cavas, B., Ozdemir, S., Akgunduz, D., Corlu, M. S., & Oner, T. (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: Aydın Üniversitesi. Erişim Tarihi: Mayıs 20, 2019.
- [12].Bahar, M., Yener, D., Yılmaz, M., Emen, H., & Gürer, F. (2018). 2018 Fen Bilimleri Öğretim Programı Kazanımlarındaki Değişimler Ve Fen Teknoloji Matematik Mühendislik (Stem) Entegrasyonu. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 18(2), 702-735.
- [13].Baki, A., & Gökçek, T. (2012). Karma yöntem araştırmalarına genel bir bakış. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(42), 1-21.
- [14].Baltacı, A., & Bakanlığı, M. E. (2017). Nitel veri analizinde Miles-Huberman modeli. *Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3(1), 1-15.
- [15].Bardak, Ş., & Karamustafaoğlu, O. (2016). Fen bilimleri öğretmenlerinin kullandıkları öğretim strateji, yöntem ve tekniklerin pedagojik alan bilgisi bağlamında incelenmesi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(2), 567-605.
- [16].Barroso, L. R., Nite, S. B., Morgan, J. R., Bicer, A., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2016). Using the engineering design process as the structure for project-based learning: An informal STEM activity on bridge-building. *Integrated STEM Education Conference (ISEC)*, 249-256. IEEE.
- [17].Bayrak, Ç. (2014). *Cort 1 düşünme programının" yaşamımızdaki elektrik" ünitesinde kullanılmasının öğrencilerin akademik başarılarına, bilimsel yaratıcılıklarına ve eleştirel düşünme eğilimlerine etkisi*(Yüksek lisans tezi). Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

- [18].Bers, M. U., & Portsmore, M. (2005). Teaching partnerships: Early childhood and engineering students teaching math and science through robotics. *Journal of Science Education and Technology*, 14(1), 59-73.
- [19].Borchers, A., El-Sayed, T. L. C. J., & Hoff, C. (2012). Bringing environmental sustainability to undergraduate engineering education: Experiences in an inter-disciplinary course. *Journal of STEM Education*, 13(2), 22.
- [20]. Büyüköztürk, Ş. Ç., EK, A., ÖE, K. Ş., & Demirel, F. (2008). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- [21].Bybee, R. W. (1997). *Achieving scientific literacy: From purposes to practices*. Portsmouth, NH: Heinemann Publications.
- [22].Bybee, R. W. (2009). *The BSCS 5E instructional model and 21st century skills*. In National Academies Board on Science Education. Washington, DC.
- [23].Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30-35.
- [24].Bybee, R. W. (2014). The BSCS 5E instructional model: Personal reflections and contemporary implications. *Science and Children*, 51(8), 10-13.
- [25].Ceylan, S., & Ozdilek, Z. (2015). Improving a sample lesson plan for secondary science courses within the STEM education. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 177, 223-228.
- [26].Chappell, K., & Craft, A. (2009). Creative science teaching labs: New dimensions in CPD. *Thinking Skills and Creativity*, 4(1), 44-59.
- [27].Corlu, M. S., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2014). Introducing STEM education: implications for educating our teachers for the age of innovation. *Egitim ve Bilim*, 39(171).
- [28].Creswell, J. W., & Clark, V. L. P. (2017). *Designing and conducting mixed methods research*. Sage publications. Los Angeles, US.
- [29].Creswell, J. W., & Tashakkori, A. (2007). Differing perspectives on mixed methods research. *Journal of Mixed Methods Research*, 1(4), 303-308.
- [30].Creswell, J. W., Plano Clark, V. L., Gutmann, M. L., & Hanson, W. E. (2003). Advanced mixed methods research designs. *Handbook of mixed methods in social and behavioral research*, 209, 240.
- [31].Creswell, J. W., Shope, R., Plano Clark, V. L., & Green, D. O. (2006). How interpretive qualitative research extends mixed methods research. *Research in The Schools*, 13(1), 1-11
- [32].Cunningham, C. M., Lachapelle, C. P., & Davis, M. E. (2018). *Engineering concepts, practices, and trajectories for early childhood education*. In Early engineering learning (135-174). Springer, Singapore.
- [33].Çavaş, B., Bulut, Ç., Holbrook, J., & Rannikmae, M. (2013). Fen eğitimine mühendislik odaklı bir yaklaşım: ENGINEER projesi ve uygulamaları. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 1(1), 12-22.
- [34].Dailey, D., Jackson, N., Cotabish, A., & Trumble, J. (2018). STEMulate engineering academy: Engaging students and teachers in engineering practices. *Roeper Review*, 40(2), 97-107.
- [35].Dani, D. E., Hartman, S. L., & Helfrich, S. R. (2018). Learning to Teach Science: Elementary Teacher Candidates Facilitate Informal STEM Events. *The New Educator*, 14(4), 363-380.
- [36].Dass, P. M. (2004). *New science coaches: Preparation in the new rules of science education*. The, Weld, J.(Eds.), Game of Science Education, Pearson Education, In Allyn and Bacon, Boston.
- [37].Dass, P. M. (2015). Teaching STEM effectively with the learning cycle approach. *K-12 STEM Education*, 1(1), 5-12.
- [38].Davey, L. (1991). The application of case study evaluations. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 2(9), 1.
- [39].Dawson, B. (2001). *Trapp RG. Reading the medical literature: In Basic&Clinical Biostatistics*. Third Ed. New York. Lange Medical Books/McGraw Hill. 250-1.
- [40].DeCoito, I., Steele, A., & Goodnough, K. (2016). Introduction to the Special Issue on Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education. *Canadian Journal of Science Mathematics and Technology Education*, 16, 109-113.

- [41].Demir, S. (2014). *Bilimsel tartışma ve araştırmaya dayalı tasarlanan laboratuvar programının, fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılıklarına etkisi*.Yayınlanmamış doktora tezi. Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [42].Demirel, Ö., & Altun, E. (2007). *Öğretim teknolojileri ve materyal tasarımı*. Pegem A Yayıncılık.
- [43].Demirel, Ö., & Altun, E. (2017). *Öğretim teknolojileri ve materyal tasarımı*. Pegem Atıf İndeksi, 1-304.
- [44].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.
- [45].Deniş, H., & Balım, A. G. (2012). Bilimsel yaratıcılık ölçeğinin Türkçeye uyarlama süreci ve değerlendirme ölçütleri. *Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 2012(10).
- [46].Diaz, D., & King, P. (2007, June). Adapting A Post Secondary Stem Instructional Model To K 5 Mathematics Instruction. *Annual Conference & Exposition*, 12-175.
- [47].Dikici, A., Türker, H. H., & Özdemir, G. (2010). 5E öğrenme döngüsünün anlamlı öğrenmeye etkisinin incelenmesi. *Cukurova University Faculty of Education Journal*, 39.
- [48].Duban, N. (2008). Analysing the elementary science and technology coursebook and student workbook in terms of constructivism. *Proceedings of World Academy of Science, Engineering and Technology*, 28, 430-434.
- [49].Dugger, W. E. (2010,). *Evolution of STEM in the United States*. In the 6th Biennial International Conference on Technology Education Research, Gold Coast, Queensland, Australia.
- [50].Duran, M., & Sendag, S. (2012). A preliminary investigation into critical thinking skills of urban high school students: Role of an IT/STEM program. *Creative Education*, 3(02), 241.
- [51].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.
- [52].EIE (Engineering is Elementary) (2013). *Engineering Design Process*. Museum of Science. Erişim adresi: <https://www.eie.org/overview/engineering-design-process> Nisan 10 2019 tarihinde erişildi
- [53].EIE (Engineering is Elementary) (2017). *Science, Engineering and Technology?* Museum of Science. Erişim adresi: <https://www.eie.org/overview/science-engineering-technology> Nisan 15 2019 tarihinde erişildi.
- [54].EIE (Engineering is Elementary) (2017). *Why Engineering For Children?* Museum of Science. Erişim adresi: <https://www.eie.org/overview/engineering-children> Nisan 15 2019 tarihinde erişildi.
- [55].EIE (Engineering is Elementary) (2013). *Here comes the sun: Engineering insulated homes*. United States of America: Museum of Science.
- [56].Eisenhardt, K. M. (1989). Building theories from case study research. *Academy of management review*, 14(4), 532-550.
- [57].English, L. D., & King, D. T. (2015). STEM learning through engineering design: fourth-grade students' investigations in aerospace. *International Journal of STEM Education*, 2(1), 14.
- [58].Fazelian, P., & Soraghi, S. (2010). The effect of 5E instructional design model on learning and retention of sciences for middle class students. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 5, 140-143.
- [59].Felder, R. M., & Silverman, L. K. (1988). Learning and teaching styles in engineering education. *Engineering education*, 78(7), 674-681.
- [60].Firat, M., Yurdakul, I. K., & Ersoy, A. (2014). Bir eğitim teknolojisi araştırmasına dayalı olarak karma yöntem araştırması deneyimi. *Journal of Qualitative Research in Education-JOQRE*, 2(1).
- [61].Fleer, M. (2000). Working technologically: investigations into how young children design and make during technology education. *International Journal of technology and Design Education*, 10(1), 43-59.
- [62].Gencer, A. S. (2017). Fen eğitiminde bilim ve mühendislik uygulaması: Fırıldak Etkinliği. *Journal of Inquiry Based Activities*, 5(1), 1-19.

- [63].Gerring, J. (2006). *Case study research: Principles and practices*. Cambridge university press.
- [64].Gilmore, M. W. (2013). Improvement of STEM education: Experiential learning is the key. *Modern Chemistry & Applications*, 1(3), 109.
- [65].Gomes, J. J. M. (2005). *Using a creativity-focused science program to foster general creativity in young children: A teacher action research study*. (Doktora tezi). ProQuest veri tabanından erişildi (3166419).
- [66].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.
- [67].Gregory, E., Hardiman, M., Yarmolinskaya, J., Rinne, L., & Limb, C. (2013). Building creative thinking in the classroom: From research to practice. *International Journal of Educational Research*, 62, 43-50.
- [68].Hacioglu, Y., Yamak, H., & Kavak, N. (2016). Mühendislik Tasarım Temelli Fen Eğitimi ile İlgili Öğretmen Görüşleri/Teachers' Opinions Regarding Engineering Design Based Science Education. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(3), 807.
- [69].Hançer, A. H., Şensoy, Ö., & Yıldırım, H. İ. (2003). İlköğretimde çağdaş fen bilgisi öğretiminin önemi ve nasıl olması gerektiği üzerine bir değerlendirme. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(13), 80-88.
- [70].Harlen, W. (1999). Purposes and procedures for assessing science process skills. *Assessment in Education: principles, policy & practice*, 6(1), 129-144.
- [71].Hashemzadeh, N. & Wilson, L. (2007). Teaching with the lights out: what do we really know about the impact of technology intensive instruction? *College Student Journal*, 41(3), 601-612.
- [72].Holmes, M., Rulfs, J., and Orr, J. (2007). *Curriculum development and integration for K-6 engineering education*. Paper presented at the 2007 ASEE Annual Conference and Exposition. Hawaii.
- [73].Honey, M., Pearson, G., and Schweingruber H (Eds.). (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. Washington: National Academies Press
- [74].Howard, T. J., Culley, S. J., & Dekoninck, E. (2008). Describing the creative design process by the integration of engineering design and cognitive psychology literature. *Design studies*, 29(2), 160-180.
- [75].Hu, W., & Adey, P. (2002). A scientific creativity test for secondary school students. *International Journal of Science Education*, 24(4), 389-403.
- [76].Hyett, N., Kenny, A., & Dickson-Swift, V. (2014). Methodology or method? A critical review of qualitative case study reports. *International journal of qualitative studies on health and well-being*, 9(1), 23606.
- [77].Hynes, M. M. (2012). Middle-school teachers' understanding and teaching of the engineering design process: A look at subject matter and pedagogical content knowledge. *International journal of technology and design education*, 22(3), 345-360.
- [78].Hynes, M., Portsmore, M., Dare, E., Milto, E., Rogers, C., Hammer, D., & Carberry, A. (2011). *Infusing engineering design into high school STEM courses*. NCETE Publications. 165.
- [79].Johnson, R. B., Onwuegbuzie, A. J., & Turner, L. A. (2007). Toward a definition of mixed methods research. *Journal of mixed methods research*, 1(2), 112-133.
- [80].Kadayıfçı, H. (2008). *Yaratıcı düşünmeye dayalı öğretim modelinin öğrencilerin maddelerin ayrılması ile ilgili kavramları anlamalarına ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisi*. Yayınlanmamış doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [81].Kanadli, S. (2019). A Meta-Summary of Qualitative Findings about STEM Education. *International Journal of Instruction*, 12(1), 959-976.
- [82].Kaptan, F., & Korkmaz, H. (2001). Fen eğitiminde probleme dayalı öğrenme yaklaşımı. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20(20).
- [83].Kapucu, M. S. (2014). Opinions of science teachers about the usage of visual media during science and technology course. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 4(2), 75-90.

- [84].Kelly, G. J., Cunningham, C. M., & Ricketts, A. (2017). Engaging in identity work through engineering practices in elementary classrooms. *Linguistics and Education*, 39, 48-59.
- [85].Kıncal, R. Y., Ergül, R., & Timur, S. (2007). Fen bilgisi öğretiminde işbirlikli öğrenme yönteminin öğrenci başarısına etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 32(32), 156-163.
- [86].Kızıltepe, Z. (2002). İyi ve etkili öğretmen. *Eğitim ve Bilim*, 27(126).
- [87].King, D., & English, L. D. (2016). Engineering design in the primary school: Applying STEM concepts to build an optical instrument. *International Journal of Science Education*, 38(18), 2762-2794.
- [88].Knezek, G., Christensen, R., Tyler-Wood, T., & Periathiruvadi, S. (2013). Impact of Environmental Power Monitoring Activities on Middle School Student Perceptions of STEM. *Science Education International*, 24(1), 98-123.
- [89].Kolb, A. Y., & Kolb, D. A. (2006). *Learning styles and learning spaces: A review of interdisciplinary application of experimental learning in higher education*. In Learning Styles and Learning: A key to meeting the accountability demands in education. Nova Publishers.
- [90].Kolodner, J. L. (2002). Facilitating the learning of design practices: Lessons learned from an inquiry into science education. *Journal of Industrial Teacher Education*, 39(3), 9-40.
- [91].Koray, Ö. (2003). *Fen eğitiminde yaratıcı düşünmeye dayalı öğrenmenin öğrenme ürünlerine etkisi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- [92].Kuenzi, J. J. (2008). Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: Background, federal policy, and legislative action. *Congressional Research Service Reports*. 35.
- [93].Lamb, R., Akmal, T., & Petrie, K. (2015). Development of a cognition-priming model describing learning in a STEM classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(3), 410-437.
- [94].Lantz, H. B. (2009). *Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education what form? What function*. Report, CurrTech Integrations, Baltimore.
- [95].Lester, M. (2011). *A study of the innovation, creativity, and leadership skills associated with the college-level millennial generation*. Pepperdine University. (Doktora tezi). ProQuest veri tabanından erişildi (3487435).
- [96].Li, Y. (2014). International Journal of STEM Education-a platform to promote STEM education and research worldwide. *International Journal of STEM Education*, 1(1), 1.
- [97].Madara, D. S., Tuigong, D., Sitati, S., Namango, S., & Ataro, E. (2015). Potential of theory of innovative problem solution (TRIZ) in engineering curricula. *International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology*, 2(5). 984-994.
- [98].Manolis, C., Burns, D. J., Assudani, R., & Chinta, R. (2013). Assessing experiential learning styles: A methodological reconstruction and validation of the Kolb Learning Style Inventory. *Learning and individual differences*, 23, 44-52.
- [99].Marulcu, I., & Barnett, M. (2013). Fifth graders' learning about simple machines through engineering design-based instruction using LEGO™ materials. *Research in Science Education*, 43(5), 1825-1850.
- [100].Marulcu, İ., & Sungur, K. (2012). Fen bilgisi öğretmen adaylarının mühendis ve mühendislik algılarının ve yöntem olarak mühendislik-dizayna bakış açılarının incelenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 12(1), 13-23.
- [101].Marulcu, İ., & Sungur, K. (2015). Fen bilgisi öğretmen adaylarının mühendis ve mühendislik algılarının ve yöntem olarak mühendislik-dizayna bakış açılarının incelenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 12(1), 13-23.
- [102].MEB, (2013). *Fen Bilimleri Öğretim Programı*. Ankara.
- [103].MEB, (2018). *Fen Bilimleri Öğretim Programı*. Ankara. Erişim adresi: <http://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=325> 11 Şubat 2019 tarihinde erişildi.
- [104].Miles, M. B., ve Huberman, A. M., (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. Sage Publications. London, United Kingdom.

- [105].Morrison, J. S. (2006). Attributes of STEM education: The students, the academy, the classroom. *TIES STEM Education Monograph Series*.
- [106].Murphy, T. (2011). STEM Education—It's elementary. *US News & World Report*, 1. Erişim adresi: <http://www.usnews.com/news/articles/2011/08/29/stem-education--its-elementary>. 17 Ocak 2019 tarihinde erişildi.
- [107].Nadelson, L. S., Callahan, J., Pyke, P., Hay, A., Dance, M., & Pfiester, J. (2013). Teacher STEM perception and preparation: Inquiry-based STEM professional development for elementary teachers. *The Journal of Educational Research*, 106(2), 157-168.
- [108].Nadelson, L., Seifert, A., Moll, A. & Coats, B. (2012). i-STEM summer institute: an integrated approach to teacher professional development in STEM. *Journal of STEM Education*, 13(2), 69–83.
- [109].National Academy of Engineering and National Research Council [NAE & NRC]. (2009). *Engineering in K-12 education: Understanding the status and improving the prospects*. Washington: National Academies Press.
- [110].National Research Council [NRC]. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies Press.
- [111].Orum, A. M., Feagin, J. R., & Sjoberg, G. (1991). *The nature of the case study*. J. R. Feagin, A. M. Orum, G. Sjoberg, (Ed.). (1-26). A case for the case study. The University of North Carolina Press: Chapel Hill and London.
- [112].Özmen, H. (2004). Fen öğretiminde öğrenme teorileri ve teknoloji destekli yapılandırmacı (constructivist) öğrenme. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 3(1), 100-111.
- [113].P21 (2015b). Framework for 21st Century Learning. *The Partnership for 21st Century Skills*. Erişim adresi: <http://www.p21.org/about-us/p21-framework> 23 Aralık 2018 tarihinde erişildi.
- [114].Pahl, G., & Beitz, W. (2013). *Engineering design: a systematic approach*. Springer Science & Business Media.
- [115].Pekbay, C. (2017). *Fen teknoloji mühendislik ve matematik etkinliklerinin ortaokul öğrencileri üzerindeki etkileri*, (Doktora tezi). Hacettepe Üniversitesi.
- [116].Pitt, J. (2009). Blurring the boundaries—STEM education and education for sustainable development. *Design and Technology Education: An International Journal*, 14(1), 37–48.
- [117].Plano Clark, V. L., Huddleston-Casas, C. A., Churchill, S. L., O'Neil Green, D., & Garrett, A. L. (2008). Mixed methods approaches in family science research. *Journal of Family Issues*, 29(11), 1543-1566.
- [118].Raycheva, R. P., Angelova, D. I., & Vodenova, P. M. (2017). Project-based learning in engineering design in Bulgaria: expectations, experiments and results. *European Journal of Engineering Education*, 42(6), 944-961.
- [119].Riera, B., Emprin, F., Annebicque, D., Colas, M., & Vigário, B. (2016). Home I/O: a virtual house for control and STEM education from middle schools to Universities. *IFAC-PapersOnLine*, 49(6), 168-173.
- [120].Ring, E. A., Dare, E. A., Crotty, E. A., & Roehrig, G. H. (2017). The evolution of teacher conceptions of STEM education throughout an intensive professional development experience. *Journal of Science Teacher Education*, 28(5), 444-467.
- [121].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.
- [122].Rolling Jr, J. H. (2016). Reinventing the STEAM engine for art+ design education. *The Official Journal of the National Art Education Association*. 69(4), 4-7.
- [123].Saban, A. (2004). *Öğrenme öğretme süreci: Yeni teori ve yaklaşımlar* (3. baskı). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- [124].Sanders, M. E. (2009). Stem, stem education, stemmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20-26.

- [125].Schnittka, C., & Bell, R. (2011). Engineering design and conceptual change in science: Addressing thermal energy and heat transfer in eighth grade. *International Journal of Science Education*, 33(13), 1861-1887.
- [126].Seferoğlu, S. S. (2006). *Öğretim teknolojileri ve materyal tasarımı*. Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- [127].Sert, N. (2008). Constructivism in the elementary school curricula. *Journal of Theory and Practice in Education*, 4(2), 291-316.
- [128].Simons, H. (2009). *Case study research in practice*. SAGE publications.
- [129].Sivan, A., Leung, R. W., Woon, C.C., Kember, D. (2000). An implementation of active learning and its affect on quality of student learning. *Inovations in Education and Training International*, 37(4), 381-389.
- [130].Strong, M. G. (2013). *Developing elementary math and science process skills through engineering design instruction*. Hofstra University. (Yüksek lisans tezi). ProQuest veri tabanından erişildi (1537547).
- [131].Sungur-Gül, K., ve Marulcu, İ. (2014). Yöntem olarak mühendislik-dizayna ve ders materyali olarak logolara öğretmen ile öğretmen adaylarının bakış açılarının incelenmesi, *International Periodical for The Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, 9(2), 761-786.
- [132].Sümen, Ö. Ö., & Çalisici, H. (2016). Pre-Service Teachers' Mind Maps and Opinions on STEM Education Implemented in an Environmental Literacy Course. *Educational sciences: Theory and practice*, 16(2), 459-476.
- [133].Sürmeli, H., Yildirim, M., Sevgi, Y., & Göçük, A. (2018). Secondary School Students' Performance and Opinions Towards Activities Based on Engineering Design Process. Çukurova University. *Faculty of Education Journal*, 47(2), 844-872.
- [134].Şahin, A., Ayar, M. C., & Adıgüzel, T. (2014). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik içerikli okul sonrası etkinlikler ve öğrenciler üzerindeki etkileri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14(1), 1-26.
- [135].Şahin-Pekmez, E., Aktamış, H., ve Can, B. (2010). Fen laboratuvarı dersinin öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerileri ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisi. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11(1), 93-112.
- [136].Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2015). Çok değişkenli istatistiklerin kullanımı. *Çeviri Editörü: Mustafa BALOĞLU*.
- [137].Tarkın-Çelikkıran, A., & Aydın-Günbatır, S. (2017). Kimya öğretmen adaylarının FeTeMM uygulamaları hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(1), 1624-1656.
- [138].Taşpınar, M. (2017). *Sosyal bilimlerde SSPS uygulamalı nicel veri analizi*. Pegem Atıf İndeksi, 1-238.
- [139].Tayal, S. P. (2013). Engineering design process. *International Journal of Computer Science and Communication Engineering*, 1-5.
- [140].Thananuwong, R. (2015). Learning Science from Toys: A Pathway to Successful Integrated STEM Teaching and Learning in Thai Middle School. *K-12 STEM Education*, 1(2), 75-84.
- [141].Thomas, B. & Watters, J. (2015). Perspectives on Australian, Indian and Malaysian approaches to STEM education. *International Journal of Educational Development*, 45, 42-53.
- [142].Topalsan, A. K. (2018). Sınıf öğretmenliği öğretmen adaylarının geliştirdikleri mühendislik tasarım temelli fen öğretim etkinliklerinin değerlendirilmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15(1), 186-219.
- [143].Türkmen, H. (2017). Primary Teachers Point of View about Science Teaching In Outdoor Learning Environments. *Journal of European Education*, 5(2), 38-46.
- [144].Ünal, G., & Ergin, Ö. (2006). Buluş yoluyla fen öğretiminin öğrencilerin akademik başarılarına, öğrenme yaklaşımlarına ve tutumlarına etkisi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 3(1), 36-52.
- [145].Welch, M, & Lim, HS. (2000). The strategic thinking of novice designers: discontinuity between theory and practice. *The Journal of Technology Studies*, 26, 2.

- [146].Wellington, J., & Ireson, G. (2017). *Practical work in science education*. In Science Learning, Science Teaching (pp. 180-191). Routledge.
- [147].Yager, R. E. (2015). STEM: A focus for current science education reforms. *K-12 STEM Education, 1*(1), 1-4.
- [148].Yaman, S. & Yalçın, N. (2005). Fen bilgisi öğretiminde probleme dayalı öğrenme yaklaşımının yaratıcı düşünme becerisine etkisi. *İlköğretim Online, 4*(1).
- [149].Yıldırım, H. H., & Yıldırım, S. (2011). Hipotez testi, güven aralığı, etki büyüklüğü ve merkezi olmayan olasılık dağılımları üzerine. *İlköğretim Online, 10*(3), 1112-1123.
- [150].Yıldırım, B., & Altun, Y. (2015). STEM eğitim ve mühendislik uygulamalarının fen bilgisi laboratuvar dersindeki etkilerinin incelenmesi. *El-Cezeri Journal of Science and Engineering, 2*(2), 28-40.
- [151].Yıldırım, M., ve Altan, S. T. (2017). Araştırma ve Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Yaklaşımının İlkokul Öğrencilerinin Bilimsel Süre. Becerilerine Etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 14*(38), 71-89.
- [152].
- [153].Yıldırım, A., & Simsek, H. (2008). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin.
- [154].Zoldosova, K., & Prokop, P. (2006). Education in the field influences children's ideas and interest toward science. *Journal of Science Education and Technology, 15*(3-4), 304-313.

EKLER**EK 1.** Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği Sorularından Elde Edilen “Sayısallaştırılmış” Nitel Bulgular

Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği 1. Soru Ön ve Son Uygulama “Sayısallaştırılmış” Nitel Bulgular					
1.	deney araçları (2) E1	2	1.	mercek(6) E2 E5	1
2.	mercek(8) E5 E2	1	2.	teleskop(2) E2 E5	2
3.	akıllı tahta(2) E6	2	3.	mikroskop(3) E1	2
4.	prizmalar(1) E2	2	4.	cam sehpa(1) E4	2
5.	ateş yakma(2) E2	2	5.	ısı yalıtımı (cam duvar)(3) E4	2
6.	Mikroskop(4) E1	2	6.	cam bardak(4) E4	2
7.	Projeksiyon(1) E5 E6	2	7.	cam sürahi(1) E4	2
8.	Büyüteç(1) E5	2	8.	cam asansör(1) E8	2
9.	gözlük (3) E3	2	9.	tencere(2) E4	2
10.	Pencere(3) E3 E4	2	10.	kalem(1) E2 E6	2
11.	saat camı(2) E3	2	11.	duşakabin (1) E3 E4	2
12.	telefon ekranı(1) E3	2	12.	Araba(3) E8	2
13.	ışık kırılması(4) E2	2	13.	makyaj ürünleri(1) E7	2
14.	görüntü netleştirici(1) E5	2	14.	telefon camı(8) E3	1
15.	bilgisayar ekranı(1) E3	2	15.	Pencere(5) E3 E4	2
16.	sensörlü yapılar(1) E2	2	16.	televizyon ekranı(3) E3	2
17.	Lam(4) E1	2	17.	Ayna(5) E4 E5	2
18.	lamel (4) E1	2	18.	mutfak eşyası(1) E4	2
19.	Baget(2) E1	2	19.	saç maşası (1) E7	2
20.	Sandalye(1) E4	2	20.	merdiven (1) E8	2
21.	ısı yalıtımı(2) E9	2	21.	camdan zemin (4) E8	2
22.	çift cam yapımı(2) E3	2	22.	cam kapı(1) E4	2

23.	Bardak(2) E4	2	23.	Termometre(1) E1	2
24.	duşu kabin(1) E3 E4	2	24.	Damacana(1) E4	2
25.	su şişesi(3) E4	2	25.	beyaz eşya(1) E4	2
26.	Ampul(5) E3 E4	1	26.	Sera(2) E3	2
27.	Televizyon(1) E3	2	27.	cüzdan (1) E7	2
28.	Ayna(3) E5	2	28.	kesici ve delici alet(1) E9	2
29.	mutfak masası(2) E4	2	29.	Ev(1) E4	2
30.	cam ayakkabı(1) E3 E9	2	30.	camdan lamba(2) E3 E4	2
31.	kalem kutusu(1) E6	2	31.	güneş paneli (1) E9	2
32.	süs eşyası(3) E4	2	32.	Beherglas(4) E1	2
33.	Beherglas(3) E1	2	33.	bilgisayar ekranı(1) E3	2
34.	cam çanta(1) E6	2	34.	Büyüteç(5) E2 E5	2
35.	Pipet(1) E1	2	35.	gözlük (1) E3 E7	2
36.	Teleskop(2) E2 E5	2	36.	lam (6) E1	1
37.	cam parçası ile sıcak su elde etme(1) E2	2	37.	Lamel(6) E1	1
38.	petri kabı(1) E1	2	38.	cam şişe(2) E4	2
39.	mutfak eşyası(1) E4	2	39.	süs eşyası(4) E4	2
40.	camdan kitap(2) E6	2	40.	Tabak(2) E4	2
41.	araba farı(1) E3	2	41.	dolap kapakları (2) E4	2
42.	güneş enerjisi paneli(1) E9	2	42.	Ayakkabı(1) E7	2
43.	veri transferi (1) E9	2	43.	fotoğraf makinesi lensleri(1) E5	2
44.	Kapı(1) E4	2	44.	Kolye(1) E7	2
45.	Kalem (1) E6	2	45.	Erime sıcaklığı(1) E2	2

46.	Zigon(1)E4	2	46.	çatal (1)E4	2
47.	Sürahi(1)E4	2	47.	bıçak (1)E4	2
48.	Tepegöz(1)E5 E6	2	48.	Kaşık(1)E4	2
49.	şeffaf araba(1)E3	2	49.	piset (1)E1	2
	Akılcılık= 95		50.		
	Orijinallik= 96			Kıskaç(1)E1	2
	Esneklik= 57				
			51.	ışık kırılmasında(1)E2	2
			52.	ebonit çubuk(1)E1	2
			53.	Kılıf(1)E3	2
				Akılcılık= 114	
				Orijinallik= 102	
				Esneklik= 61	

Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği 2. Soru Ön ve Son Uygulama "Sayısallaştırılmış" Nitel Bulgular				
1.	Gezegende yaşam var mı?(10) E6	0	1. Gezegende su var mı?(10) E6	0
2.	Gezegende su var mı?(10) E6	0	2. Gezegende toprak var mı?(2) E6	2
3.	Gezegende oksijen var mı?(7) E6	1	3. Gezegende zemin hangi maddeden oluşuyor?(1) E3	2
4.	Gezegedeki yerşekilleri nasıl?(3) E3	2	4. Gezegende mineral bulunmakta mıdır?(1) E3	2
5.	Gezegende verimli tarım alanları var mı?(2) E3	2	5. Gezegende deney yapılabilir mi?(1) E11	2
6.	Gezegende tabakalar arası geçişte insan vücudunda meydana gelecek değişimler neler olabilir?(1) E11	2	6. Gezegende nasıl iletişim kuruyorsunuz?(3) E9	2
7.	Gezegedeki zaman faktörü dünyadakiyle eşdeğer mi?(1) E8	2	7. Gezegende şarkı söyleyebiliyor musunuz?(1) E8 E9	2
8.	Gezegende ne tür canlılar yaşıyor?(4) E5	2	8. Gezegende nasıl,(ne)yemek yenilir?(2) E6 E9	2
9.	Gezegende ki Co2 yok edilebilir mi?(1) E4 E11	2	9. Gezegende arkadaşlık dostluk bağı var mı?(1) E8 E9	2
10.	Gezegende canlılar var ise hepsi havada mı uçuyor? (1) E5	2	10. Gezegende yaşam var mı?(8) E6	1
11.	Gezegende bir canlı (insan dahil) ne ile nasıl beslenir?(3) E5	2	11. Gezegende yeryüzü şekilleri nasıl?(3) E3	2
12.	Gezegenin uydusu var mı?(1) E2	2	12. Gezegende canlı varsa ne yiyorlar ve ne içiyorlar?(5) E5 E6	2
13.	Gezegende yaşam var ise yaşamı oluşturan maddeler nelerdir?(1) E6	2	13. Gezegende hayvan ve bitki var mı? (canlı var mı? bakteri, organizma)(7) E5 E6	1
14.	Gezegende canlılar var ise yaşamlarını nasıl sürdürüyorlar?(3) E5 E6	2	14. Gezegende boyumuz ve kilomuz dünyadakiyle aynı mı olacak?(1) E8	2
15.	Gezegedeki canlıların	2	15. Gezegende ortalama	2

	dilleri nedir ve nasıl bir kültürleri var?(1)E9			yaz süresi ne kadar?(1)E7	
16.	Gezegenin dünya ile benzerlikleri ve farklılıkları nelerdir?(1)E8	2	16.	Gezegene gittiğimizde dünyaya geri dönme imkanımız var mı, yok mu?(1)E12	2
17.	Gezegende meydana gelen iklimsel olaylar (hava koşulları) nelerdir?(2)E4 E7	2	17.	Gezegendeki karbondioksiti yok etmek için ne yapılabilir?(1)E11	2
18.	Gezegen yer altı zenginliklerine sahip midir?(1)E3	2	18.	Gezegendeki elementlerle malzeme elde edilebilir mi?(2)E11	2
19.	Gezegende bitki yetiştirilebiliyor mu?(4)E5 E6	2	19.	Gezegende oksijen üretimi çoğaltılabilir mi?(1)E11	2
20.	Gezegende ne kadar süre yaşanabilir?(1)E9	2	20.	Gezegene (Marsa) koca bir oksijen topu çarpsa ve gezegen yansa sonrasında ne olurdu?(1)E11	2
21.	Gezegende insan nesli devam ettirilebilir mi?(1)E9	2	21.	Gezegen dünya ile birbirlerine ne kadar çok benziyor?(2)E8	2
22.	Gezegende dünyada olduğu gibi insanlar yerleşebilir mi?(1)E8	2	22.	Gezegende atmosfer var mı?(3)E4 E6	2
23.	Gezegendeki canlılarla olan ihtiyaçlarımız aynı mıdır farklı mıdır?(1)E8	2	23.	Gezegenin ismi var mı?(1)E1	2
24.	Gezegende güneş nasıl doğuyor?(1)E6 E7	2	24.	Gezegenin rengi var mı?(1)E1	2
25.	Gezegende bir yerleşik hayat var mı?(1)E9	2	25.	Gezegenin uzayda ona komşu başka bir tehdit var mı?(1)E9	2
26.	Gezegendeki canlılar teknolojik olarak ilerideler mi?(1)E11	2	26.	Gezegene kaç yılda gideriz?(2)E12	2
27.	Gezegendeki gaz bileşimleri nelerden oluşmuştur?(1)E4	2	27.	Gezegende günler nasıl geçiyor?(2)E7	2
28.	Gezegende deniz var mı?(2)E6	2	28.	Gezegende günler ve aylar nasıl hesaplanacak? (zaman kavramı)(2)E7	2
29.	Gezegen insanlara ne	2	29.	Gezegene giderken	2

	kadar dayanıklı?(1) E6			uygun bir kıyafet mi giymem gerek yoksa dünyadaki gibi mi giyinmeliyim?(1) E8 E12	
30.	Gezegende su kaynakları ne derece yeterli?(1) E6	2	30.	Gezegende herhangi bir sağlık sorunu ile karşılaşma ihtimalim varmı?(1) E9	2
31.	Gezegende ham madde işlenebilecek durumda mı?(1) E3	2	31.	Gezegene gitmek için nasıl bir uzay gemisi inşa edilmeli?(1) E12	2
32.	Gezegen canlı ve cansız varlıklar için gerekli ortamı sağlamış mı?(1) E6	2	32.	Gezegende oksijen var mı?(3) E6	2
33.	Gezegene yolculuk sırasında oluşabilecek bir sorun ile ilgili ne gibi önlemler alınıyor?(1) E11	2	33.	Gezegende ne kadar süre kalınabilir?(2) E12	2
34.	Gezegenin şekli ve rengi nedir?(1) E2	2	34.	Gezegende kalsak ne yapılabilir?(1) E9	2
35.	Gezegenin ismi nedir?(1) E2	2	35.	Gezegende gerekli enerji ihtiyaçları varmı?(1) E6	2
36.	Gezegenin kütle çekim kuvveti nasıldır?(1) E4	2	36.	Gezegende yerçekimi varmı?(2) E4	2
37.	Gezegene güneş ışığı geliyor mu?(1) E6 E7	2	37.	Gezegenin atmosfer basıncı ne düzeydedir?(2) E4	2
38.	Gittiğim gezegende uzay gemisinde mi yaşayacağım?(1) E10	2	38.	Gezegene oluşturan gazların birbirlerine oranı nedir?(3) E4	2
39.	Gezegenin dünya ile uzaklığı ne kadar?(1) E8	2	39.	Gezegenin toplam enerjisini ölçebilir miyiz?(1) E11	2
40.	Gezegenin dünya ile iletişimi varmı?(1) E8	2	40.	Gezegenin maden yatakları varmı?(2) E3	2
41.	Gezegenin yer çekimi kuvveti varmı?(1) E4	2	41.	Gezegenin genel yapısı nasıldır?(2) E3	2
42.	Gezegende mevsimler varmı?(1) E7	2	42.	Gezegenin tüm alanlarında yaşanabilir mi?(1) E6	2
43.	Gezegen ne zaman ve ne	2	43.	Gezegende yıldız	2

	şekilde var olmuştur?(1)E2		kaymaları gözlemlenebiliyor mu?(1)E7		
44.	Gezegende gece ve gündüz oluşumu var mı?(2)E7	2	44.	Gezegende başka canlılarla iletişim var mı?(1)E9	2
45.	Gezegende gece ve gündüz süresi eşit mi?(1)E7	2	45.	Gezegende toplumsal bir yapı var mı?(1)E8 E9	2
46.	Gezegende atıkları (çöpleri) atabileceğimiz yerler var mı?(1)E9	2	46.	Gezegendeki canlı türlerinin fizyolojik yapısı nasıldır?(1)E5	2
47.	Gezegene besinlerimizi götürebilir miyiz?(1)E10	2	47.	Gezegende meyve ve sebze yetiştirecek bir ortam var mı?(1)E6	2
48.	Gezegene götürdüğümüz besinler orada bozulabilir mi?(1)E6	2	48.	Gezegendeki hava şartları, doğa olayları nasıl?(2)E7 E8	2
49.	Gezegende suda yüzen canlılar var mıdır?(1)E5	2	49.	Gezegenin yerçekimi ivmesi nedir?(1)E4	2
50.	Gezegende banyo yapma imkanı var mıdır?(1)E10	2	50.	Gezegenin yer kabuğunu oluşturan tabaka kaç yaşında ve yer kabuğunun madde analizi nedir?(1)E1 E3	2
51.	Gezegenin doğal kaynakları var mıdır?(2)E3	2	51.	Gezegende hidrojen ve oksijen atomu var mı?(1)E4	2
52.	Gezegende O2 olmadan veya O2 az olan ortamda yaşayan canlı var mı?(1)E5	2	52.	Gezegen çekirdeğinde bir manyetik alan var mı?(1)E1 E11	2
53.	Gezegenin açık hava basıncı nedir?(1)E4	2		Akılcılık= 101 Orijinallik= 100 Esneklik= 63	
54.	Gezegende yaşayan herhangi bir tek hücreli canlı var mı?(1)E5	2			
55.	Gezegende zaman nasıl akıyor?(1)E2	2	.		
	Akılcılık= 97 Orijinallik= 105 Esneklik= 61				

Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği 3. Soru Ön ve Son Uygulama "Sayısallaştırılmış" Nitel Bulgular					
1.	Basit makara sistemi kurup güçten kazanç sağladım.(2) E4	2	1.	Uçan bir bisiklet yapardım.(1) E6	2
2.	Bisikletin frenine bastığımda ışık saçmasını isterdim.(2) E1 E3	2	2.	Katlanabilen bir bisiklet yapardım.(5) E4	1
3.	Bisiklete çarpma ve kazaları önlemek için sensör takardım.(4) E3	2	3.	Renkli bir bisiklet yapardım.(1) E1	2
4.	Düşme olayına hazırlık için bisiklet belli bir açıdayken açılan bir tekerlek yapardım.(1) E3	2	4.	İskelet sistemimin dik olmasını sağlayacak bir bisiklet yapmak isterdim.(2) E4	2
5.	Bisiklete renkli aksesuarlar takardım.(2) E1	2	5.	Hareket enerjisini elektrik enerjisine dönüştürecek bir bisiklet yapardım.(1) E2 E6	2
6.	Bisiklete müzik sistemi kurardım.(1) E1	2	6.	Elektrik motoru takar zorlandığım rampalarda motorun beni desteklemesini sağladım.(2) E6	2
7.	Bisiklete 2 tane oturak yapıp bisikletin boyunu arttırır iki kişilik bisiklet yapardım.(1) E4	2	7.	Tekeri patlamayan bir bisiklet yapardım.(3) E3 E6	1
8.	Bisiklete yön gösteren bir cihaz takardım (navigasyon).(9) E5	0	8.	Düşme tehlikelerine karşı açılan kapanan bir tekerlek yapardım.(1) E3	2
9.	Daha güçlü tekerleği olan olumsuz şartlardan etkilenmeyen bir bisiklet yapardım.(1) E3 E4	2	9.	Bisiklette acil yardım eşyalarının her biri için farklı ve kullanışlı yerler yapardım.(1) E4	2
10.	Hafif bir bisiklet yapardım.(1) E4	2	10.	Gece yolculuğu için bisikletin bazı yerlerini fosforlu yapardım.(2) E1 E3	2
11.	Katlanan bisiklet yapardım.(2) E4	2	11.	Lastiklerin yol şartlarına göre değişebilmesi için gizli bir bölme yapardım.(1) E4	2

12.	Koltuğu daha rahat olan bir bisiklet yapardım.(2)E3 E4	2	12.	Bir tuş ile lastikleri ayarlayabilecek bir sistem yapardım.(1)E4	2
13.	Direksiyonun tutulan yerini daha konforlu yapardım.(1)E4	2	13.	Bisiklete her hareketinde sesler çıkaran değişik süsler takardım.(1)E1	2
14.	Bisiklete hız göstergesi ve sayaç eklerdim.(1)E3	2	14.	Bisikletin beni istediğim yere götürmesini sağlardım.(1)E6	2
15.	Bisikletin tekerlerine enerjiyi dönüştürebilen bir ekleme yapardım.(2)E2 E5	2	15.	Bisikletin yorulduğumda beni yavaşlatmasını sağlardım.(1)E6	2
16.	Gündüz normal renkte akşam tamamen fosfor rengi ile kaplı olmasını isterdim.(1)E1	2	16.	Bisikleti daha hızlı kullanmak istediğimde kendi kendini yönlendirmesini sağlardım.(1)E6	2
17.	Sadece pedal çevirerek ilerlemek için düz yolda direksiyon sabitleyici yapardım.(2)E4 E5	2	17.	Yağmurdan ve güneşten korunmak için korumalık yapardım.(2)E3 E4	2
18.	Özel eşyaları koyabilecek kilitli bir sepet yapardım.(1)E4	2	18.	Pedallerdeki zincirlerin ayağımıza ve pantolonumuza takılmasını önlemek için korumalık yapardım.(1)E3 E4	2
19.	Bisikletin pedala basmadan gitmesini sağlardım.(2)E2 E4	2	19.	Arabaların arasında fark edilmesi için bisiklete parlak bir tabela yapardım.(1)E3	2
20.	Soğuk günler için alttan ısıtmalı bisiklet yapardım.(1)E4	2	20.	Bisikletin arkasına az enerji harcayarak çok iş yapabilmesi için pervane takardım.(1)E2 E4	2
21.	Yağmurlu günlerde korunmak için yağmurluk	2	21.	Az enerji harcayarak ve daha	2

	ile bisikleti kapatırdım. (güneşli günlerde şemsiye yapardım).(2) E3 E4			çok yol gidebilmesi için zincirlerini daha sık yapardım.(1) E2	
22.	Soğuk içecekleri muhafaza etmek için küçük bir dolap sistemi yapardım.(1) E4	2	22.	Bisikletin oturak kısımını daha rahat olacak şekilde değiştirdim.(3) E3	1
23.	Lastiklerin daha farklı malzemelerden üretilmesini sağlayıp, patlamalara karşı korunmasını sağladım.(2) E3	2	23.	Bisiklette pedal olmamasını sağladım. (Kendiliğinden giden bisiklet).(1) E6	2
24.	Akıllı kask ile entegre kamera, ışık ve yön bulma asistanı yapardım.(1) E3 E5	2	24.	Önümüzü görebilmek için lamba takardım.(5) E3	1
25.	Elektrik üreten bir bisiklet yapardım. Üretilen elektrikle çevresini aydınlatılabilir veya herhangi bir elektronik cihazı şarj edebilir.(2) E2 E4	2	25.	Navigasyon eklerdim.(4) E5	1
26.	Şehir içi kullanımlarda trafik lambalarını gösteren ya da acil durumlarda yakındaki yerleri gösteren bir uygulama yapardım.(1) E5	2	26.	Acil durumlar için eczane, hastane gibi yerlere nasıl gidileceğinin belli olmasını sağladım.(1) E4 E5	2
27.	Yokuşlarda daha rahat ilerleyebilmek için farklı bir dişli mekanizması geliştirdim.(2) E5	2	27.	Bisiklete sensörler eklerdim.(2) E3	2
28.	Hava yastığı gibi bir uygulamayla bisiklet kazalarını en aza indirirdim.(2) E3	2	28.	Bisikletin devrilmesini engellenecek bir sistem tasarlardım.(2) E3	2
29.	Etrafındaki renklere göre renk değiştiren bir bisiklet yapardım.(1) E1	2	29.	Emniyet kemeri yapardım.(1) E3	2
	Akıcılık=53 Orijinallik=56 Esneklik=38		30.	Eşyalar için sepet yapardım.(1) E4	2
			31.	Soğuktan korunmak için	2

		kapanan bir sistem yapardım.(2) E3 E4	
	32.	Tuvalet ihtiyacı için bir mekanizma tasarladım.(1) E4	2
	33.	Dağlı yollarda dengede durmasını sağladım.(1) E3 E6	2
	34.	Bisiklete güneş pilleri takıp geceleri elektiriği depo etmesini sağladım.(1) E2	2
	35.	Bisiklete elektrik motoru takıp hem elektrikle hem pedalle çalışan bir sistem yapardım.(1) E4 E6	2
	36.	Bisiklete üzerinde zıt kutuplu manyetik alan oluşturacak bir elektromanyetik motor tasarladım.(1) E5	2
		Akılcılık=58	
		Orijinallik=67	
		Esneklik=46	

Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği 4. Soru Ön ve Son Uygulama "Sayısallaştırılmış" Nitel Bulgular					
1.	Ulaşım sorunu kolaylaşır. (Kısa sürede ulaşım)(2)E2	2	1.	Yağmur ve kar yağmazdı.(1)E4	2
2.	Hava trafiği olurdu. (Arabaların uçağı dahil oluyor)(2)E2	2	2.	Yerleşik bir düzen olmazdı (bir yere bağlı kalamama).(5)E3	1
3.	Canlılar var olmazdı. (Yaşam olmazdı)(8)E6	0	3.	Canlılar var olmazdı (Yaşam olmazdı).(8)E6	0
4.	Her şey uçardı, hiçbir şey bir yere bağlı olmazdı.(9)E2 E5	0	4.	Toplumsal tartışmalar ve kavgalar çoğalırdı.(1)E3	2
5.	Dünya merkezinden (atmosferden) çıkıp başka yerlere giderdi.(2)E4	2	5.	İnsanlar kuralsızca yaşardı.(1)E3	2
6.	Hava, su toprak gibi her şeyin düzeni bozulurdu. (Biyolojik ve fizyolojik)(1)E4	2	6.	Su içemezdik ve yemek yiyemezdik.(6)E1 E3	0
7.	Günlük hayat devam edemezdi.(3)E3	1	7.	Her şey uçardı.(5)E5	0
8.	Deniz ve havuz suları havada asılı kalırlardı.(1)E4 E5	2	8.	Denizler bir bulut gibi havada olurdu.(2)E4 E5	2
9.	Yediğimiz içtiğimiz şeyleri yutmak gibi basit bir işlem artık gerçekleşmezdi.(8)E1	0	9.	Atmosfer olmazdı.(2)E4	2
10.	Teknolojik ilerlemeler farklı bir yön alırdı.(2)E7	2	10.	Kara ulaşım araçları olmazdı.(3)E2	1
11.	Yerleşik hayat olmazdı.(2)E3	2	11.	Hava yolu taşımacılığı daha çok artar ve ucuzlardı.(1)E2	2
12.	Mide bulantısı, baş dönmesi gibi hastalıklar ile karşı karşıya kalınırdı.(1)E1	2	12.	Duş alamazdık.(1)E3	2
13.	Duş alınamazdı.(3)E3	1	13.	Metabolik faaliyetlerimizi gerçekleştirmekte zorluk çekerdik.(3)E1	1
14.	Yemeğe tuz atılamazdı.(1)E3	2	14.	Halatlar yardımıyla ilerlerdik.(1)E2 E5	2
15.	Ulaşım farklı bir şekilde olurdu.(1)E2	2	15.	Her şeyi bir yerlere sabitlemeye çalışırdık.(1)E5	2
16.	Kan dolaşımımız düzgün çalışmazdı.(1)E1	2	16.	Bilim insanları bu duruma göre icatlar	2

			yapardı.(1)E5		
17.	Ulaşım olmazdı.(1)E2	2	17.	Fren sistemi yapılırdı.(1)E2 E6	2
18.	Evler ve binalar fanus gibi kapalı bir sistemde olurdu.(1)E3	2	18.	Hava trafik sorunu ortaya çıkardı.(2)E2	2
19.	Tarım yapılamazdı.(1)E3	2	19.	İnsanlar kısa sürede istedikleri yere giderlerdi.(1)E2	2
20.	Arabalar tasarlanmazdı.(1)E2 E7	2	20.	İnsanlar günlük ihtiyaçlarını karşılayamazlardı.(1)E3	2
21.	Hava yolları daha çok önem kazanırdı.(1)E2	2	21.	Üreme olmazdı.(1)E1 E6	2
22.	Atmosfer tabakası dünyayı sarmazdı. (atmosfer tabakası olmazdı.)(1)E4	2	22.	Üreme olsaydı insanlar bu düzene göre evrimleşirdi.(1)E6	2
23.	Açık hava basıncı değişirdi.(1)E4	2	23.	Kollarımız ve ayaklarımız daha büyük olurdu. (Bir yere tutunmak ve gitmek istediğimiz için.)(1)E6	2
24.	Akıcılık=54 Orijinallik=38 Esneklik=26		24.	Uyku düzeni bozulur.(2)E1 E3	2
			25.	Sağlık sorunları ortaya çıkardı.(1)E1	2
			26.	Yapılar (binalar) daha farklı bir şekilde inşa edilirdi.(1)E3	2
			27.	İcatların ortaya çıkışı sekteye uğrayabilirdi.(1)E6	2
			28.	Gözyaşlarımız dökülmezdi.(1)E5	2
			29.	Islak kıyafetlerimizi sıkarak suyu uzaklaştıramazdık.(1)E5	2
				Akıcılık=57 Orijinallik=49 Esneklik=35	


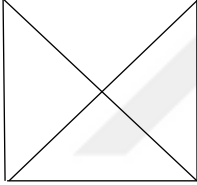
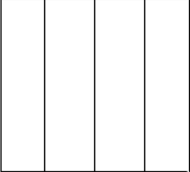
Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği 6. Soru Ön ve Son Uygulama "Sayısallaştırılmış" Nitel Bulgular					
1.	Zemine eşit miktarda su döküp peçetelerin hangisinin daha fazla sıvı çektiğine (emciliğe) bakarım. (6) (24) E5	0	1.	Peçeteleri dayanıklılıklarına göre test ederdim (3) (8) E4	0
2.	Peçeteleri katlar ve yırtardım. Hangisi daha uzun sürede yırtılıyor bakardım.(9) (3) E4	4	2.	Peçeteleri su ya da başka sıvıları emme gücüne göre test ederdim.(6) (13) E5	0
3.	Suyun üzerine bırakıp hangisi daha fazla dağılıyor diye test ederim.(6) (3) E4 E5	4	3.	Peçetenin içine taş koyup yırtılıp yırtılmadığına bakardım.(6) (1) E4 E8	4
4.	Dokunarak dokusuna (sertlik, yumuşaklık) bakardım.(6) (10) E1 E7	0	4.	Peçetenin suyu çekiş süresine bakardım.(6) (3) E5	4
5.	Hangisi daha kolay şekil alıyor diye bakarım.(3) (1) E6	4	5.	Peçetenin kalınlığına bakardım.(3) (6) E8 E9	2
6.	Yapışkan bir şeyi kolay silene bakarım.(3) (1) E3 E5	4	6.	Peçeteleri sıvılarla test edip sıkma işlemi uygulardım.(6) (1) E5	4
7.	Peçetenin üzerine ağırlık koyarak dayanıklılığını test ederdim.(6) (7) E4 E6	0	7.	Peçetelerin üzerine eşit miktarda su dökerdim.(3) (3) E5	4
8.	Elimle buruşturup hangisinin daha çabuk yıprandığına bakardım.(6) (2) E4	4	8.	Bal, reçel gibi viskozitesi düşük sıvılarla denemeler yaparak peçetenin porlarının ya da yapısının sıvıları nasıl aldığını test ederdim.(9) (1) E5	4
9.	Işığa tutup kalınlığına bakarım.(6) (1) E4	4	9.	Peçetelere büzüşme işlemi gerçekleştirirdim.(3) (1) E7 E8	4
10.	Islak ellerimle siler hangisinin elime yapıştığına bakardım.(6) (1) E4	4	10.	Peçetenin suyu geçirgenliğine bakardım.(sızdırma) (3) (3) E5	4
11.	Bir damlalık ile eşit miktarda sıvı damlatır test ederdim.(6) (1) E4	4	11.	Peçetenin ışık geçirgenliğine bakarım.(3) (2) E1	4

E5					
12.	Kaç kat olduğuna bakardım.(3) (1) E9	4	12.	Peçeteyi elimle test ederim.(3) (1) E4 E7	4
13.	Cildimi tahriş edip etmediğine bakarım.(3) (1) E2	4	13.	Yumuşak olan peçeteye bakardım.(3) (5) E1 E7	2
14.	Peçetenin rengine bakarım.(3) (1) E9	4	14.	Peçeteleri katlardım.(3) (1) E7 E8	4
15.	Peçetenin kokusuna bakarım.(3) (1) E1	4	15.	Peçeteleri dökülmüş olan farklı maddeleri silmek için kullanırdım.(6) (1) E3 E5	4
16.	Masa üzerindeki tozu, kiri temizleyip temizleyemediğine bakarım.(6) (1) E3 E5	4	16.	Peçeteyi yağlı bir şeyi silmek için kullanırdım.(3) (1) E3	4
17.	Makyajı rahat temizleyebiliyor mu diye bakarım.(3) (1) E3	4	17.	Beyaz olan peçeteye bakardım.(3) (1) E1	4
18.	Anti bakteriyel mi bakarım.(3) (1) E2	4	18.	Peçeteleri keserek sağlıklarını değerlendirirdim.(6) (1) E4	4
19.	Akıcılık=61 Orijinallik=60 Esneklik=87		19.	Peçeteyi yakarak sağlığına bakardım.(6) (1) E1	4
			20.	Rüzgara tutarak sağlığını denerdim.(6) (1) E4	4
			21.	Peçetelere dokunarak test ederdim.(3) (2) E7	4
			22.	Peçeteyi ıslatır kurutma makinası ile kurutur sağlığı test ederdim.(6) (1) E4	4
			23.	Peçeteyi ıslatır parçalanıp parçalanmamasına bakardım.(6) (1) E4 E5	4
			24.	Peçetenin kokusuna bakardım.(3) (1) E1	4
			25.	Peçetenin şekline bakardım.(3) (1) E9	4

26. Peçetenin boyutuna bakardım.(3) (1)E9 4

Akıcılık=62
Orijinallik=90
Esneklik=114

Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği "Kare İle İlgili" 5. Sorusu Bireysel Yanıtlama Frekansları

Öğretmen Adaylarının Çizimleri	Bireysel Ön Uygulama Yanıtları	Bireysel Son Uygulama Yanıtları
	öu1, öu2, öu4, öu5, öu6, öu7, öu8, öu9, öu10, öu11, öu13, öu15, öu19, öu20, öu21, öu22, öu23, öu24, öu25, öu26, öu29, ö30	su1, su2, su3, su5, su6, su9, su10, su12, su15, su18, su19, su20, su21, su23, su24, su25, su26, su27, su28, su29, su30
	öu1, öu2, öu3, öu4, öu5, öu6, öu7, öu9, öu11, öu13, öu15, öu17, öu19, öu20, öu21, öu22, öu23, öu24, öu25, öu26, öu27, öu29, ö30	su1, su2, su3, su5, su6, su9, su12, su15, su20, su21, su23, su25, su26, su27, su29, su30
	öu1, öu2, öu3, öu4, öu7, öu8, öu9, öu11, öu13, öu17, öu19, öu20, öu21, öu23, öu24, öu25, öu27, öu29	su1, su2, su5, su9, su10, su12, su13, su15, su18, su21, su22, su23, su25, su27, su28, su29

EK 2. Grup Görüşme Sorularından Elde Edilen “Sayısallaştırılmış” Nitel Bulgular

Grup Görüşme Sorularından Elde Edilen Yanıtlar

Ders Anlatım Planı Süreci Genel Hazırlık	Evet	Hayır
<i>Ders anlatım planı – kazanım ilişkili mi?</i>	T1.1, T1.2, T2.1, T2.2, T3.1, T3.2, T4.1, T4.2, T4.3, T5.1, T5.2, T6.1, T6.2, T7.1, T7.2, T7.3, T8.1, T8.2, T9.1, T9.2, T10.1, T10.2, T10.3, T11.1, T11.2, T11.3, T12.1, T12.2	
Toplam	28	
<i>Ders planı hazırlama uygulama sürecinde sorun yaşadınız mı?</i>	T4.3, T5.1, T7.1, T7.2, T7.3, T11.1, T11.2, T11.2, T11.3, T12.1	T1.1, T1.2, T2.1, T2.2, T3.1, T3.2, T4.1, T4.2, T5.2, T6.1, T6.2, T8.1, T8.2, T9.1, T9.2, T10.1, T10.2, T10.3, T12.2
Toplam	10	19
Evet ise nedeni;	Hayır ise Nedeni;	
Hazırlıkları tamamlama süresinin kısıtlı olması (T4.3, T7.3) <i>Problemimize uygun tasarım çalışmasını bulmanın zaman almış olması (T5.1, T7.1, T7.2, T7.3)</i> <i>Grup ile birlikte çalışmakta zorlanması ve grup içi fikir uyuşmazlıklarının ortaya çıkması (T11.1, T11.2, T11.3)</i> <i>Tasarım materyallerini temin etmekte güçlük yaşanmış olması (T12.1)</i>		
<i>Hazırladığınız ders anlatım planının gerçek sınıf ortamına uygulanabilir mi?</i>	T1.1, T1.2, T2.1, T2.2, T3.1, T3.2, T4.1, T4.2, T4.3, T5.1, T5.2, T6.1, T6.2, T7.1, T7.2, T8.1, T8.2, T9.1, T9.2, T10.1, T10.2, T10.3, T11.1, T11.2, T11.3, T12.1, T12.2	T7.3
Toplam	27	1
Evet ise nedeni;	Hayır ise Nedeni;	
<i>Ders anlatımının uygulamaya dayalı ve</i>	<i>Malzeme ve teknolojik donanım açısından</i>	

öğrenci düzeyine uygun olması (T1.1, T1.2, T4.1, T4.3, T10.1, T10.2, T2.2, T3.2, T8.1, T8.2, T9.1, T11.1, T11.2, T5.2, T11.1, T11.2) *her okula uygulanamama durumunun olması (T7.3)*

Kullanılan materyallerin gerçek sınıf ortamına uygun olması (T2.1, T6.1, T6.2)

Grup çalışması olması (T3.1, T10.3)

Görsel ve işitsel çalışmalara yer verilmiş olması (T4.2)

Yaparak yaşayarak öğrenmenin öğrencileri derse karşı daha fazla güdüleyecek olması (T5.1, T7.1, T7.2, T9.2, T11.3)

5E + Tasarım Planı Hazırlık

Tasarım planınız 5E modeline göre anlattığınız ders planı ile ilişkili mi?

T1.1, T1.2, T2.1,
T2.2, T3.1, T3.2,
T4.1, T4.2, T4.3,
T5.1, T5.2, T6.1,
T6.2, T7.1, T7.2,
T7.3, T8.1, T8.2,
T9.1, T9.2, T10.1,
T10.2, T10.3, T11.1,
T11.2, T11.3, T12.1,
T12.2

Toplam

28

Tasarım planı ve kazanım ilişkili mi?

T1.1, T1.2, T2.1,
T2.2, T3.1, T3.2,
T4.1, T4.2, T4.3,
T5.1, T5.2, T6.1,
T6.2, T7.1, T7.2,
T7.3, T8.1, T8.2,
T9.1, T9.2, T10.1,
T10.2, T10.3, T11.1,
T11.2, T11.3, T12.1,
T12.2

28

Tasarım planı hazırlarken yararlandığınız kaynaklar oldu mu?

T1.1, T1.2, T2.1,
T2.2, T3.1, T4.1,
T4.2, T4.3, T5.1,
T5.2, T6.1, T6.2,
T7.1, T7.2, T7.3,
T8.1, T8.2, T9.1,
T9.2, T10.1, T10.2,
T10.3, T11.1, T11.2,
T11.3, T12.1, T12.2

T3.2

Toplam		27
Evet ise nedeni;	Hayır ise Nedeni;	
<i>MEB ders kitabı ve İnternet (T1.1, T1.2, T2.1, T2.2, T3.1, T4.1, T4.2, T5.1, T6.1, T6.2, T7.1, T7.2, T7.3, T8.1, T8.2, T9.1, T9.2, T10.1, T10.2, T10.3, T11.1, T11.2, T11.3, T12.1, T12.2)</i>		
<i>Öğretim Yöntem ve Teknikleri kitabı (T4.3)</i>		
<i>Eba ders anlatım sunumu (T5.2)</i>		
<i>Animasyon (T8.2)</i>		
Süreç		
<i>Kazanıma yönelik problem bulmada sorun yaşadınız mı?</i>	T1.1, T4.1, T4.2, T5.2, T12.2	T1.2, T2.1, T2.2, T3.1, T3.2, T4.3, T5.1, T6.1, T6.2, T7.1, T7.2, T7.3, T8.1, T8.2, T9.1, T9.2, T10.1, T10.2, T10.3, T11.1, T11.2, T11.3, T12.1
Toplam	5	23
Evet ise nedeni;	Hayır ise Nedeni;	
<i>Kazanımın yeni program içinde yer alması (T1.1)</i>		
<i>Öğrenci düzeyine uygun bir problem bulmakta zorluk yaşanması (T4.1, T4.2, T5.2, T12.2)</i>		
<i>Materyal belirleme ve bulmada sorun yaşadınız mı?</i>	T3.2, T12.1, T12.2	T1.1, T1.2, T2.1, T2.2, T3.1, T4.1, T4.2, T4.3, T5.1, T5.2, T6.1, T6.2, T7.1, T7.2, T7.3, T8.1, T8.2, T9.1, T9.2, T10.1, T10.2, T10.3, T11.1, T11.2, T11.3
Toplam	3	25
Evet ise nedeni;	Hayır ise Nedeni;	
<i>Bazı materyallerin basit olması ama zor bulunmuş olması (T3.2, T12.1, T12.2)</i>		
<i>Örnek tasarım uygulamasını ders öncesi yapıp denediniz mi?</i>	T1.1, T1.2, T2.1, T2.2, T3.1, T3.2, T4.1, T4.2, T4.3, T5.1, T5.2, T6.1, T6.2, T7.1, T7.2, T7.3, T8.1, T8.2, T9.1, T9.2, T10.1,	

	T10.2, T10.3, T11.1, T11.2, T11.3, T12.1, T12.2	
Toplam	28	
		T1.1, T1.2, T2.1, T3.1, T3.2, T4.1, T4.2, T6.1, T6.2, T7.1, T7.2, T7.3, T8.1, T8.2, T9.1, T9.2, T10.1, T10.2, T10.3, T12.1, T12.2
<i>Sınıf içi uygulamada sorun yaşadınız mı?</i>	T2.2, T4.3, T5.1, T5.2, T11.1, T11.2, T11.3	
Toplam	7	21
Evet ise nedeni;	Hayır ise Nedeni;	
<i>Tasarım probleminin çalışma grupları tarafından anlaşılmasının zor olması, matematik sınırlılıklarının eksik ifade edilmiş olması ve formlar üzerinde çizimlerin eksik ifade edilmiş olması (T2.2, T4.3, T5.1, T5.2, T11.1, T11.2, T11.3)</i>		
<i>Tasarımların istenilen sürede bitirilmemiş olması (T11.1, T11.2, T11.3)</i>		
Değerlendirme		
		T1.1, T1.2, T2.1, T2.2, T3.1, T3.2, T4.1, T4.2, T4.3, T5.1, T5.2, T6.1, T6.2, T7.1, T7.2, T7.3, T8.1, T8.2, T9.1, T9.2, T10.2, T10.3, T12.1
<i>Grup ile çalışma sürecinde sorun yaşadınız mı?</i>	T10.1, T11.1, T11.2, T11.3, T12.2	
Toplam	5	23
Evet ise nedeni;	Hayır ise Nedeni;	
<i>Materyallerin seçiminde anlaşmazlıkların olması (T10.1)</i>		
<i>Grubun verilen yönergeleri takip etmemiş olması (T11.1, T11.2, T11.3, T12.2)</i>		
	T1.1, T1.2, T2.1, T2.2, T3.1, T3.2, T4.1, T4.2, T4.3, T5.1, T5.2, T6.1, T6.2, T7.1, T7.2, T7.3, T8.1, T8.2, T9.1, T9.2, T10.1, T10.2, T10.3, T11.1,	T3.2, T12.2
<i>Hazırladığınız tasarım süreci planının gerçek sınıf ortamlarında uygun olduğunu düşünüyor musunuz?</i>		

T11.2, T11.3, T12.1		
Toplam	27	2
Evet ise nedeni;	Hayır ise Nedeni;	
<i>Tasarımın kolay ve öğrenci düzeyine uygun olması (T1.1, T2.1, T4.2, T6.1, T6.2, T9.1, T9.2, T10.1, T10.2, T11.1, T11.2, T12.1)</i>	<i>Bazı malzemelerin öğrencilerin seviyelerine uygun olmaması (T3.2)</i>	
<i>Malzemelerin kolaylıkla bulunabilecek olması (T1.2, T2.2, T3.1, T3.2, T4.1, T5.2, T8.2, T10.3)</i>	<i>Uygulama sürecinin çok fazla zaman alacak olması (T12.2)</i>	
<i>Basit malzemeler ile kısa sürede tasarım çalışmalarının yapılabilmesi (T4.3, T7.3, T8.1, T9.1, T9.2)</i>	<i>Öğrencilerin yeni şeyleri keşfedip gerçek hayat problemlerine daha çok ilgilerinin artması (T5.1, T7.1, T7.2, T11.3)</i>	

EK 3. Tasarım Uygulamaları Sonrası Görüşme Sorularından Elde Edilen Bulgular

“Mühendislik Tasarım Uygulamaları sırasında kolaylıkla gerçekleştirdiğiniz çalışma hangisiydi? Neden bu çalışmayı seçtiniz?” Sorusuna ilişkin bulgular:

“Kolaylıkla Gerçekleşen Çalışma” 1. Sorusunun Yanıtları

Tasarım Numarası	Mühendislik Tasarım Adı	Yanıt Veren Öğretmen Adayı	f
T6	Karışımları Kolaylıkla Ayırıyorum	öa1, öa8, öa17, öa21, öa23	5
T9	Araba Parkı	öa5, öa6, öa11, öa27, öa28	5
T3	Kar Ayakkabısı	öa2, öa10, öa25, öa26	4
T12	Işık Saçan Vantilatör	öa3, öa18, öa22, öa30	4
T11	Kepçe ve Uçurum	öa13, öa24	2
T1	Müzik Aletleri	öa15	1
T4	Sokaktan Gelen Gürültü	öa19	1
T8	Özgün Bir Aydınlatma Aracı	öa12	1
T10	Dondurma Ambalajı	öa14	1
T13	Depreme Dayanıklı Bina	öa9	1
	Bütün Çalışmalar	öa29	1
Toplam			26

“Neden Bu Çalışmayı Seçtiniz?” 1. Alt Başlık Sorusunun Yanıtları

Çalışmanın Seçilme Nedeni	Yanıt Veren Öğretmen Adayı	f
Malzemelerin uygun olması.	öa1, öa11, öa15, öa18, öa19, öa25, öa23	7
Çalışmanın eğlenceli olması.	öa10, öa12, öa26, öa8, öa28, öa3	6
Çalışmanın kolay olması.	öa17, öa22, öa27, öa30, öa3	5
Günlük hayatla benzerlik içermesi.	öa6, öa13, öa21, öa24	4
Konu ve problemin açık bir şekilde ifade edilmesi.	öa5, öa2, öa25	3
Düşünce ve tasarım arasında uyum olması.	öa9	1
Bütün duyulara yer vermiş olması.	öa14	1
Uygulamaların hepsinin yeteneklerime uygun olması.	öa29	1
Toplam		28

“Mühendislik Tasarım Uygulamaları sırasında en çok zorlandığımız çalışma hangisiydi? Neden bu çalışmayı seçtiniz?” Sorusuna ilişkin bulgular:

“Zorlandığınız Çalışma” 2. Sorusunun Yanıtları

Tasarım Numarası	Mühendislik Tasarım Adı	Yanıt Veren Öğretmen Adayı	f
T8	Özgün Bir Aydınlatma Aracı	öa5, öa18, öa23, öa25, öa27, öa28	6
T3	Kar Ayakkabısı	öa1, öa11, öa21	3
T5	Elektrik Sistemi Sinsi Tehlike	öa8, öa12, öa30	3
T7	Çiçeklerimi Koruyorum	öa6, öa10, öa14	3
T9	Araba Parkı	öa3, öa15, öa19	3
T2	Çekici ve Hareket	öa13, öa24	2
T11	Kepçe ve Uçurum	öa22, öa26	2
T1	Müzik Aletleri	öa2	1
T12	Işık Saçan Vantilatör	öa17	1
T14	Kırılmayan Yumurta	öa9	1
	Zorlandığım çalışma yok.	öa29	1
Toplam			26

“Neden Bu Çalışmayı Seçtiniz?” 2. Alt Başlık Sorusunun Yanıtları

Çalışmanın Seçilme Nedeni	Yanıt Veren Öğretmen Adayı	f
Problem ile ilgili görüşler		
<i>Problem ve istenilenler net değildi.</i>	öa8, öa12, öa21, a25	4
<i>Problem ve oluşan tasarımın uyumsuzluğu.</i>	öa6, öa14, öa2	3
<i>Problemi yanlış anlama.</i>	öa1	1
<i>Problemin sınırlılıklarının zorluğu.</i>	öa2, öa3	2
<i>Probleme çözüm bulmak zordu.</i>	öa3	1
Toplam		11
Malzeme ile ilgili görüşler		
<i>Malzeme yetersizliği.</i>	öa11, öa17, öa22, öa26, öa30, öa24	6
<i>Malzemeleri etkin kullanamama.</i>	öa13, öa24	2
Toplam		8
Grup içi uyumsuzluk.	öa5, öa18, öa27, öa28	4
Tasarım süreci zordu.	öa9, öa10,	2
Düşüncenin tasarıma uygulanamaması.	öa19, öa23	2
Süre sıkıntısı.	öa15	1
Neden yok.	öa29	1
TOPLAM		29

“Yapmış olduğunuz 5E öğretim modeline dayalı Mühendislik Tasarım uygulamalarının Fen Bilimleri Öğretim Programı’na uygunluğu hakkında ne düşünüyorsunuz?” 3. Sorusuna ilişkin bulgular:

“MTU’nun Fen Bilimleri Öğretim Programına Uygunluğu” 3. Sorusunun Yanıtları

Programa Uygundur; Çünkü:	Yanıt Veren Öğretmen Adayı	f
Kazanım – Tasarım uygunluğu.	öa1, öa2, öa15, öa21, öa22, öa23	6
Öğretim modeli –Tasarım uygulaması uygunluğu		
<i>Keşfetme sürecini içermesi</i>	öa5, öa12	2
<i>Problem-Öğretim modeli uygunluğu</i>	öa3, öa9, öa25, öa26	4
<i>Sentez basamağını içermesi</i>	öa6	1
Toplam		7
Aktif katılım sağlaması	öa10, öa19, öa14	3
Yaratıcılığı geliştirmesi	öa11,öa17, öa30	3
Öğrenci düzeyine uygun olması	öa8, öa13, öa18, öa24	4
Grup çalışması.	öa27	1
Bilimsel süreç becerilerine katkısı.	öa29	1
TOPLAM		25
Programa Uygun Değildir; Çünkü:	Yanıt Veren Öğretmen Adayı	f
Ders saati sıkıntısı	öa17, öa28	2
Materyallerin uygun olmaması	öa26	1
TOPLAM		3

“Yapmış olduğunuz 5E öğretim modeline dayalı Mühendislik Tasarım uygulamalarının ortaokul öğrencilerine uygulanabilirliği hakkında ne düşünüyorsunuz?” 4. Sorusuna ilişkin bulgular:

“MTU’nun Ortaokul Öğrencilerine Uygulanabilirliği” 4. Sorusunun Yanıtları

Uygulanabilir, Çünkü:	Yanıt Veren Öğretmen Adayı	f
Sürenin uygunluğu	öa1, öa5, öa21	3
Malzeme uygunluğu	öa1, öa5, öa21	3
Öğrenmede kalıcılık sağlaması	öa2, öa14, öa29	3
Günlük hayat problemlerini içermesi	öa12, öa13, öa18	3
Öğrenci niteliği – Kazanım uyumu sağlaması	öa9, öa10	2
Yaratıcılığa olumlu etkisinin olması	öa15, öa30	2
Eğlenceli uygulamalar içermesi	öa17, öa25	2
Psikomotor becerilerin gelişimine katkı sağlaması	öa15	1
Planlı bir uygulama olması	öa23	1
Aktif katılımı sağlaması	öa27	1
TOPLAM		21
Uygulanmamalıdır, Çünkü:	Yanıt veren Öğretmen Adayı	f
Her kazanıma uygun olamayacağı	öa3, öa30	2
Kalabalık sınıflara uygun olamayacağı	öa11, öa14	2
Öğrenci niteliğine uygun olamayabileceği	öa6, öa17	2
TOPLAM		6

“Mühendislik Tasarım Uygulamalarının gerçek sınıf ortamlarında uygulanabilmesi için sizce öğretmenlerin ne gibi özelliklere sahip olması gerekir?” 5. sorusuna ilişkin bulgular:

“MTU’nun Gerçek Sınıf Ortamlarında Uygulanabilmesi için Gerekli Öğretmen Özellikleri” 5. Sorusunun Yanıtları

Öğretmenlerin Özellikleri	Yanıt Veren Öğretmen Adayı	f
Öğrencilere Karşı Özellikleri		
<i>Öğrencilere rehber olabilmeli.</i>	öa8, öa9, öa17,	4
<i>Grup çalışmalarını kontrol etmeli.</i>	öa19	1
<i>Öğrencinin merak duygusunu güdüleyebilmeli.</i>	öa21	2
<i>Bireysel farklılıkları dikkate alabilmeli.</i>	öa2, öa6	2
Toplam	öa14, öa29	7
Uygulama Bilgisi		
<i>Konu bilgisi yeterliğine sahip olmalı.</i>	öa13	1
<i>Problemlere hakim olmalı.</i>	öa24	1
<i>Materyal bilgisi olmalı.</i>	öa30	1
Toplam		3
<i>Sınıf yönetimi yeterliği olmalı.</i>	öa1, öa5, öa10	3
<i>Zamanı iyi kullanabilmeli.</i>	öa3, öa27	2
<i>Hizmetiçi eğitim almış olmalı.</i>	öa11, öa12	2
<i>Teknolojik gelişmeleri takip etmeli.</i>	öa15, öa28	2
<i>3 boyutlu tasarım düşünme yeteneği olmalı.</i>	öa18	1
<i>İstekli olmalı.</i>	öa22	1
<i>Yaratıcılık becerisi olmalı.</i>	öa23	1
<i>Can güvenliğine önem vermeli.</i>	öa25	1
<i>Sabırlı olmalı ve bilimi sevmeli.</i>	öa26	1
TOPLAM		26

“Öğretmen adaylarının, Mühendislik Tasarım Uygulamalarını gerçek sınıf ortamlarında uygulayabilmesi için aldığınız eğitimin yeterli olduğunu düşünüyor musunuz?” 6. sorusuna ilişkin bulgular:

“MTU’nun Gerçek Sınıf Ortamlarında Uygulanabilmesi İçin Alınan Eğitimin Yeterli Olup Olmaması”

6. Sorusunun Yanıtları

Yeterli, Çünkü:	Yanıt Veren Öğretmen Adayı	f
Kapsamlı, planlı bir eğitim süreci olması.	öa1, öa21, öa23, öa2, öa11, öa25, öa18, öa28	8
Yaparak yaşayarak uygulamanın temel alınması.	öa3, öa6, öa14, öa19, öa26	5
Uzman hocalar ile birlikte uygulamaların gerçekleşmiş olması.	öa5	1
Uygulamalar ve Fen programının birbirlerine uygun olması.	öa8, öa10, öa17, öa22	4
TOPLAM		18
Yeterli Değil, Çünkü:	Yanıt veren Öğretmen Adayı	f
Zaman yetersizliği.	öa9	1
Tasarımların yeterli sayıda olmaması.	öa12, öa21	2
Üniversite derslerinde uygulamalı ders sayısının az olması.	öa13, öa24	2
Teknolojik araç gereç eksikliği.	öa15	1
Hizmetiçi eğitim de alınmalı.	öa27	1
TOPLAM		7

“Aldığınız eğitimin yeterli olmadığını düşünüyorsanız, daha etkili bir öğretim için hangi önerilerde bulunabilirsiniz?” 7. sorusuna ilişkin bulgular:

“Etkili Bir Öğretim İçin Öneriler” 7. Sorusunun Yanıtları

Daha Etkin Bir Öğretim İçin Öneriler	Yanıt Veren Öğretmen Adayı	f
Uygulamalı Öğretim		
<i>Uygulamaya dayalı dersler arttırılmalı.</i>	öa12, öa13	2
<i>Uygulamalı teknoloji dersleri verilmeli.</i>	öa15	1
<i>Gerçek öğrenciler üzerinde uygulamalar yapılmalı.</i>	öa24	1
Toplam		4
Uygulama süresi arttırılmalı.	öa9	1
Grup çalışması yerine bireysel çalışmalar olmalı.	öa21	1
Hizmetiçi eğitimler yapılmalı.	öa27	1
TOPLAM		7

“Mühendislik Tasarım Ders Planı üzerinde eklemeler veya çıkarmalar yapmak isteseydiniz bu değişiklikler nasıl olurdu?” 8. sorusuna ilişkin bulgular:

“MTDP Üzerinde Eklemeler Veya Çıkarmalar” 8. Sorusunun Yanıtları

Eklemeler ve Çıkarmalar	Yanıt Veren	
	Öğretmen	f
Adayı		
Süre		
<i>Tasarımın uygulama aşaması için daha fazla zaman ayırırdım.</i>	öa1, öa28, öa11	3
<i>Plan aşaması için daha fazla zaman ayırırdım.</i>	öa21	1
Toplam		4
Problem		
<i>Tasarım problemini daha net anlatırdım.</i>	öa2, öa18	2
<i>Problemi resim ve şekillerle anlatmaya çalışırdım.</i>	öa24, öa26	2
Toplam		4
Materyal		
<i>Daha fazla materyal eklerdim.</i>	öa12	1
<i>Bazı materyalleri kısıtlardım.</i>	öa23	1
<i>Malzemeleri öğrencilerin getirmesini sağlardım.</i>	öa27	1
Toplam		3
<i>Yapılan tasarımın sunumunu detaylandırırdım.</i>	öa6	1
<i>Tasarımdaki sınırlılıkları çıkarırdım.</i>	öa14	1
<i>Tasarım matematiğine daha çok önem verirdim.</i>	öa17	1
TOPLAM		14

“Fen Bilgisi öğretmen adayı olarak yapmış olduğunuz Mühendislik Tasarım Uygulamalarının size ne gibi katkısı olduğunu düşünüyorsunuz?” 9. sorusuna ilişkin bulgular:

“MTU’nun Öğretmen Adayına Katkısı” 9. Sorusunun Yanıtları

MTU’nun Size Katkıları	Yanıt Veren Öğretmen Adayı	f
Yaparak yaşayarak öğrenmenin önemini kavradım.	öa1, öa14, öa21, öa25, öa27, öa15, öa24	7
Yaratıcılık		
<i>Yaratıcı düşünme becerilerim gelişti.</i>	öa8, öa9, öa17, öa26, öa3	5
<i>Günlük hayat ile yaratıcılık arasında ilişki kurmayı öğrendim.</i>	öa13	1
Toplam		6
Tasarımların gelecekte meslek hayatıma katkısı olacak.	öa2, öa10, öa30	3
Bir öğrenci gibi düşünmemi sağladı.	öa5, öa6	2
Kazanım ile günlük hayatın nasıl ilişkilendirileceğini öğrendim.	öa15, öa24	2
Eğlenerek öğrenmenin gerçekleşeceğini anladım.	öa22, öa29	2
Çok farklı tasarımlar öğrendim.	öa11	1
Pratik düşünmemi sağladı.	öa12	1
Uygulamalı derslerde sınıfa hakimiyetin nasıl sağlanacağını öğrendim.	öa18	1
İnsanların fikirlerini önemsemeyi ve eleştirinin önemini kavradım.	öa19	1
Öğrencinin kontrolünde bir dersin gerçekleşebileceğini kavradım.	öa23	1
Grup çalışmasının önemini kavradım.	öa28	1
TOPLAM		28

EK 4. Mühendislik Becerileri Anketi

My Engineering Profile

Prep
Activity
1

Think about yourself as an engineer.

✓ Check off your engineering strengths.

○ Circle any engineering skills you'd like to practice getting better at throughout the rest of this engineering unit.

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> communicating | <input type="checkbox"/> making a plan |
| <input type="checkbox"/> building things | <input type="checkbox"/> offering critical feedback on others work |
| <input type="checkbox"/> imagining | <input type="checkbox"/> receiving feedback on your own work |
| <input type="checkbox"/> being creative | <input type="checkbox"/> moving forward after something doesn't work |
| <input type="checkbox"/> drawing | <input type="checkbox"/> thinking of different ways to do something |
| <input type="checkbox"/> working on a team | <input type="checkbox"/> solving problems |
| <input type="checkbox"/> leading a team | <input type="checkbox"/> troubleshooting problems |
| <input type="checkbox"/> analyzing data | |

Are there other engineering skills that you feel are strengths or things you hope to get better at? List ideas here and add to your list as you move through the unit.

Can you think of a technology you use every day that you could use engineering to *improve*? How would you *improve* it?

Kendinizi bir mühendis olarak düşünün ve aşağıda verilen açıklamaları dikkate alarak özelliklerin yanına işaretleme yapın

Bir mühendis olarak güçlü olduğunuz özellikleriniz için **✓** işaretini kullanın

Bir mühendis olarak geliştirmeniz gereken özellikleriniz için **○** işaretini kullanın

<input type="checkbox"/> İletişim	<input type="checkbox"/> Plan yapma
<input type="checkbox"/> İnşa etme	<input type="checkbox"/> Diğerlerinin çalışmalarını hakkında geribildirim sunma (eleştirel dönüt)
<input type="checkbox"/> Hayal etme	<input type="checkbox"/> Kendi çalışmanız hakkında geribildirim alma
<input type="checkbox"/> Yaratıcı olma	<input type="checkbox"/> Bir şey işe yaramadığında ilerlemeye çalışma (peşini bırakmama)
<input type="checkbox"/> Çizim	<input type="checkbox"/> Bir şeyler yapmak için farklı şekillerde(farklı yollar) düşünme
<input type="checkbox"/> Bir takımda çalışma	<input type="checkbox"/> Problem çözme
<input type="checkbox"/> Bir takıma liderlik yapma	<input type="checkbox"/> Sorun giderme
<input type="checkbox"/> Veri analizi	<input type="checkbox"/> Diğer.....

Her gün kullandığınız bir teknoloji ürününü düşünün ve mühendislik çalışması ile nasıl geliştirebileceğinizi açıklayın.

EK 5. Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği

Sevgili Öğretmen Adayları; bu test sizin bilimsel yaratıcılığınızı ölçmek amacıyla hazırlanmıştır. Aşağıda cevaplamanız gereken 7 farklı soru bulunmaktadır. Soruların tek bir doğru cevabı yoktur. Teşekkür ederim.

Soru 1: Lütfen bir parça camın mümkün olduğu kadar çok, bilimsel amaçlı kullanımlarını yazınız. Örneğin; “Bir deney tüpü yapabilir.”

Soru 2: Eğer bir uzay gemisi ile seyahat edip farklı bir gezegene gitme imkanınız olsa, hangi bilimsel soruları araştırmak istersiniz? Lütfen merak ettiğiniz soruları düşünerek bu gezegene dair yazabildiğiniz kadar çok soru yazın. Örneğin; “Gezegende yaşayan herhangi bir canlı var mı?”

Soru 3: Sıradan bir bisikleti daha ilginç, daha kullanışlı ve daha güzel yapma olanağınız olsaydı neler yapardınız? Lütfen yazınız. Örneğin; “Karanlıkta görülebilmesi için tekerlekleri fosforlu yapardım.”

Soru 4: Eğer yerçekimi kuvveti olmasaydı sizce dünyada neler olurdu? Örneğin; “İnsanlar uçabilirdi.”

Soru 5: Bir kareyi en fazla kaç farklı yöntem kullanarak dört eşit parçaya ayırabilirsiniz? Aşağıda çizip gösteriniz.

Soru 6: Size iki tür peçete verilseydi hangisinin daha iyi olduğunu nasıl test edersiniz? Bunu yapmak için lütfen aklınıza gelen tüm yöntemleri, kullanacağınız araçları, prensipleri ve prosedürleri basit bir anlatımla yazınız.

Soru 7: Lütfen bir elma toplama makinesi tasarlayınız. Tasarladığınız makinenin resmini çizerek, her parçanın adını ve ne tür bir işlevi olduğunu belirtiniz.

EK 6. Mühendislik Tasarım Uygulamaları Grup Görüşme Soruları

MÜHENDİSLİK TASARIM UYGULAMALARI GRUP GÖRÜŞME SORULARI

Ders anlatım planınızı size verilen kazanım ile ilişkili olarak hazırlayabildiniz mi?

Evet Hayır

Ders anlatım planınızı hazırlama ve uygulama sürecinde sorun yaşadınız mı?

Evet Hayır

Cevabınız *Evet* ise; yaşadığınız sorunlar nelerdi?

Hazırladığınız ders anlatım planının gerçek sınıf ortamında uygulanabileceğini düşünüyor musunuz?

Evet Hayır

Cevabınız *Evet* ise, nedenlerini yazınız

Cevabınız *Hayır* ise, nedenlerini yazınız

Tasarım planınızı SE modeline göre anlattığınız ders planı ile ilişkili hazırlayabildiniz mi?

Evet Hayır

Tasarım planınızı belirlenen (size verilen) kazanıma uygun olarak hazırlayabildiniz mi?

Evet Hayır

Tasarım planınızı hazırlarken yararlandığınız kaynaklar oldu mu?

Evet Hayır

Cevabınız *Evet* ise; hangi kaynaklardan yararlandınız? (İnternet, ders kitapları, yardımcı ders kitapları, özel yayınlar, vb, ...)

Materyal (malzeme) belirleme ve bulmada sorun yaşadınız mı?

Evet Hayır

Cevabınız *Evet* ise; hangi sorunları yaşadınız?

Örnek tasarım uygulamasını ders öncesi yapıp denediniz mi?

Evet Hayır

Sınıf içi uygulamada sorun yaşadınız mı?

Evet Hayır

Cevabınız *Evet* ise; hangi sorunları yaşadınız?

Problemin anlaşılması:

Malzeme temini, kullanılması:

Formların doldurulması (çizim yapılması gibi):

Matematiksel hesaplamaların yapılması:

Maliyet hesabının yapılması:

Tasarım süreci:

Tasarımın gözden geçirilip tekrar denenme süreci:

Grup ile çalışma sürecinde sorun yaşadınız mı?

Evet Hayır

Cevabınız *Evet* ise; hangi sorunları yaşadınız?

Hazırladığınız tasarım süreci planının gerçeksınıf ortamlarında uygun olduğunu düşünüyor musunuz?

Evet Hayır

Cevabınız evet ise, nedenlerini yazar mısınız.

Cevabınız hayır ise, nedenlerini yazar mısınız.



EK 7. Mühendislik Tasarım Uygulamaları Sonrası Görüşme Soruları

1- Mühendislik Tasarım Uygulamaları sırasında kolaylıkla gerçekleştirdiğiniz çalışma hangisiydi? Neden bu çalışmayı seçtiniz?

2- Mühendislik Tasarım Uygulamaları sırasında en çok zorlandığınız çalışma hangisiydi? Neden bu çalışmayı seçtiniz?

3- Yapmış olduğunuz 5E öğretim modeline dayalı Mühendislik Tasarım uygulamalarının Fen Bilimleri Öğretim Programı'na uygunluğu hakkında ne düşünüyorsunuz?

Programa uygundur, çünkü;

Programa uygun değildir, çünkü;

4- Yapmış olduğunuz 5E öğretim modeline dayalı Mühendislik Tasarım uygulamalarının ortaokul öğrencilerine uygulanabilirliği hakkında ne düşünüyorsunuz?

Öğrencilerine uygulanabilir, çünkü;

Öğrencilerine uygulanmamalıdır, çünkü;

5- Mühendislik Tasarım uygulamalarının gerçek sınıf ortamlarında uygulanabilmesi için sizce öğretmenlerin ne gibi özelliklere sahip olması gerekir?

6- Öğretmen adaylarının Mühendislik Tasarım uygulamalarını gerçek sınıf ortamlarında uygulanabilmesi için aldığınız eğitimin yeterli olduğunu düşünüyor musunuz?

Yeterli, çünkü;

Yeterli değil, çünkü;

7-Aldığınız eğitimin yeterli olmadığını düşünüyorsanız, daha etkili bir öğretim için hangi önerilerde bulunabilirsiniz?

8-Mühendislik Tasarım ders planı üzerinde eklemeler veya çıkarmalar yapmak isteseydiniz bu değişiklikler neler olurdu?

9- Fen Bilgisi öğretmen adayı olarak yapmış olduğunuz Mühendislik Tasarım uygulamalarının size ne gibi katkıları olduğunu düşünüyorsunuz?

EK 8. Mühendislik Tasarım Ders Planı Örneği

MÜHENDİSLİK TASARIM DERS PLANI

GRUP ÜYELERİ:

GRUP ADI:

PROBLEM

Ahmet 7.sınıf öğrencisi babası da iş makinesi operatörüdür. Ahmet'in babası şantiyede yol yapımında çalışırken yemek molası veriyor. Moladan geldiğinde kepçenin iş sahasından aşağıya düştüğünü görüyor ve başından geçen olayı akşam eve geldiğinde Ahmet'e anlatıyor. Aynı gün Fen Bilimleri dersinde basit makineler konusunu öğrenen Ahmet kepçeyi uçurumdan çıkarmak için bir basit makine düzeneği tasarlamak istiyor. Siz Ahmet'in yerinde olsaydınız nasıl bir düzenek tasarlardınız?

*Tasarımınızı yaparken uzunluğu en fazla 35 cm, genişliğinin en fazla 25 cm, yüksekliğinin ise en fazla 20 cm olmasına dikkat ediniz.

Tasarımınızın bir taslağını zihninizde oluşturun ve tasarımınızın çizimini yapınız.

Tasarımınız için gerekli olan malzeme, maliyet ve maliyet x miktar tablosunu doldurunuz.

*Malzemelerinizi dikkatle kullanınız, malzemelerinize zarar verdiğinizde değiştirdiğiniz her bir malzeme maliyet fiyosunuza eklenecektir.

MALZEME	MALİYET(TL)	MIKTAR	MALİYET X MIKTAR
Sabit Makara	1.5		
Hareketli Makara	1.75		
Karton	1		
Mukavva	1		
Makas	1.5		
İp	0.50		
Maket Bıçağı	0.75		
Tahta şiş	0.50		
Bant	1		
Yapıştırıcı	0.75		
Cetvel	1		
Eldiven	0.50		
Tel	0.75		
Pipet	0.25		
Kürdan	0.25		
Lavabo Açacağı	2		
Balon	2		
Metre	0.50		
Pense	1		
Cetvel	0.50		
Dilediğiniz malzemeleri ekleyebilirsiniz!			

Tasarımı yaparken dersteki hangi bilgilerden yararlandınız?

*Yapmış olduğunuz tasarımda değiştirmek istediğiniz bir kısım varsa yeni tasarımınızı çizerek yeni maliyet x miktar belirtiniz.



EK 9. 5E Metoduna Göre Hazırlanmış Ders Planı Örneği

5E METODUNA GÖRE HAZIRLANMIŞ DERS PLANI

BÖLÜM 1

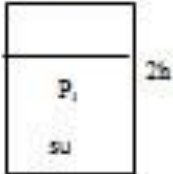
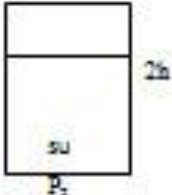
Dersin Adı	Fen Bilimleri
Sınıf	8. Sınıf
Ünitenin Adı	3. Ünite: Basınç
Konu	Sıvı Basıncı
Onerilen Süre	45 dakika

BÖLÜM 2

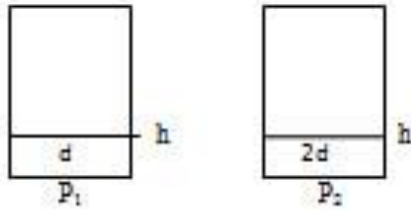
Öğrenci Kazanımları	<p>Sıvıların basıncı ile ilgili olarak öğrenciler;</p> <ul style="list-style-type: none"> Sıvı basıncını etkileyen değişkenleri tahmin eder ve tahminlerini test eder. Katı, sıvı ve gazların basınç özelliklerinin günlük yaşam ve teknolojiadaki uygulamalarına örnekler verir. (Sıvı basıncı) <ul style="list-style-type: none"> Sıvı basıncı ile ilgili Pascal prensibinin uygulamalarından örnekler verir. Bilimsel bilgi türü olarak ilke ve prensiplere vurgu yapılır.
Fen-Teknoloji-Toplum-Çevre	<ul style="list-style-type: none"> Bilimsel bilginin gelişiminde deney yapar, delil toplar, olaylar ve kavramlar arasında ilişki kurar.
Bilimsel Süreç Becerileri	<ul style="list-style-type: none"> Nesneleri ve olayları duyu organları kullanarak gözlemler. Gözlemlere dayanarak bir veya birden fazla özelliğe göre karşılaştırmalar yapar. Olmuş olayların sebepleri hakkında gözlemlere dayanarak açıklamalar yapar. Verilen bir olay veya ilişkide en belirgin bir veya birkaç değişkeni belirler.
Ünite Kavram ve Sembolleri	Sıvı basıncı, yoğunluk, derinlik, Pascal prensibi
Öğretme-Öğrenme Yöntem ve Teknikleri	Anlatım yöntemi, aktif öğrenme teknikleri, soru cevap tekniği
Kullanılan Eğitim Teknolojileri-Araç ve Gereçler	Bilgisayar ve projeksiyon aleti Balon, iğne Şırınga Su şişesi

BÖLÜM 3

ÖĞRENME-ÖĞRETME ETKİNLİKLERİ

Giriş (Engage)	<p>Öğrencilere ön öğrenmelerini harekete geçirecek sorular yönelir. ('Denizaltıları niçin belirli bir derinliğe kadar dalaabilir?'. 'Vurgun olayı diye bir şey duydunuz mu?', 'Barajların alt kısmının kalınlığı üst kısmının kalınlığından daha fazladır. Sizde neden?')</p>
Keşfetme (Explore)	<p>Öğrencilerin anlamlı öğrenmelerini sağlamak ve yapayarak öğrenmeyi etkili kılmak için;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sıvı Basıncı Nelere Bağlıdır? • Balon Deneyi • Enjektör Deneyi <p>deneyleri öğrencilerle birlikte yapılır.</p> <p>◊ Tüm öğrenci kazanımları bu aşamada yapılan deneylerle ayrı ayrı öğrencilere kazandırılmaya çalışılır.</p>
Açıklama (Explain)	<p>Keşfetme aşamasında öğrenciler tarafından yapılan çıkarımların bir bütünlük içinde sunulması için konu anlatımı yapılır. Sıvı basıncının nelere bağlı olduğu, sıvıların sıkıştırılmazlık özelliği ve sıvı basıncı iletimi ile ilgili bilgiler öğrencilere verilir.</p> <p><u>Sıvı Basıncını Etkileyen Faktörler</u></p> <p>1) Derinlik</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div> <p>Kaplarda aynı maddelerin olduğu dolayısıyla yoğunluklarının eşit olduğu vurgulanır. (Yoğunluk kavramı daha önce öğrenciye verilmişti).</p> <p>İki şekil arasında farklı olan şey öğrencilere sorularak deneyden yapılan çıkarımla derinlik arttıkça basıncın arttığı yani doğru orantılı olduğu tekrarlanır.</p> $P_2 > P_1$

2) Yoğunluk



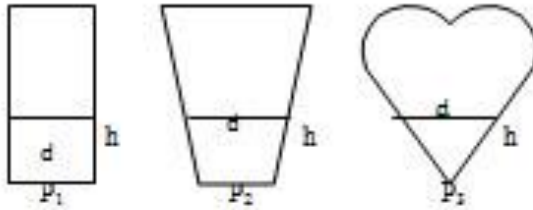
Şekillerdeki sıvıların aynı yüksekliğe sahip olduğu ama farklı yoğunlukta sıvılar olduğu vurgulanır.

Deneyden de anladığımız gibi yoğunluk arttıkça sıvı basıncının da doğru orantılı olarak arttığı söylenir.

$$P_2 > P_1$$

Sıvı Basıncını Etkilemeyen Faktörler

Konulduğu kabın şekli ve kabtaki sıvı miktarı



Şekillerdeki sıvıların yoğunlukları ve yükseklikleri eşittir. Bu yüzden basınçları da eşittir. Sıvı basıncında, sıvının hacmi ve bulunduğu kabın şekli yaptığımız deneylerde gördüğümüz gibi etkili değildir.

$$P_1 = P_2 = P_3$$

Sıvılar Sıkıştırılmaz

Deneyimizde de gördüğümüz gibi basıncın etkisiyle sıvıların hacimlerinde gözle görülebilir bir düzeyde değişme olmaz. Bu yüzden sıvılar sıkıştırılmaz kabul edilir. Çünkü sıvıların molekülleri arası boşluk azdır.

Pascal Prensipleri

Kapalı kabtaki bir sıvıya herhangi bir noktadan uygulanan basınç, sıvı ile temasta olan her noktaya eşit olarak, aynen iletilir.

- Akışkan olmaları sebebiyle uyguladıkları kuvvet, kabın yalnız tabanına değil, tüm yüzeylere etki ettiği belirtilir.

Sıvı basıncı ve pascal prensibinin günlük hayatta kullanımına örnekler verilir. Bilimsel bilgiye vurgu yapılır.

Pascal Prensibine Günlük Hayattan Örnekler

- Hidrolik fren sistemleri
- Tulumbalar
- Berber koltukları
- Parfüm şişeleri

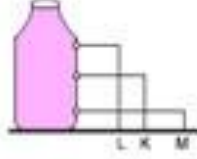
<p>Derinleştirme (Elaborete)</p>	<p style="text-align: center;">KART GÖSTERME ETKİNLİĞİ</p> <p>Öğrencilere sarı, kırmızı ve mavi kartlar dağıtılır. Daha sonra öğrencilere içinde doğru ve yanlış ifadelerin yer aldığı bazı cümleler okunur. Öğrencilerin cevaplarını, düşüncelerini karşılık gelen renkteki kartı kaldırarak belirtmesi istenir. Yanlış verilen cevaplar olursa doğru bilgiye birlikte ulaşılmaya çalışılır.</p> <p>Kırmızı: Kahhyorum Sarı: Kararsızım Mavi: Katılmıyorum</p> <ul style="list-style-type: none">❖ Sıvıların içinde bulunduğu kabın hacmi artarsa, sıvı basıncı da artar. (Y)❖ Uygulanan basıncın etkisiyle sıvıların hacimlerinde gözle görülebilir bir değişme olmaz. (D)❖ Fiskiyeler Pascal Prensipleri'nden yararlanarak yapılmıştır. (D)❖ Suda yüzerken derinlere daldığımızda daha az basınç hissederiz. (Y)❖ Ay ve Dünya'da aynı yüksekliğe sahip su ile yapılan deneylerde sıvı basınçları aynıdır. (Y)❖ Aynı yükseklikteki su ve zeytinyağının yaptıkları basınçlar aynı değildir. (D)❖ Sıvıların içinde bulunduğu kabın şekli basınçlarını etkiler. (Y)
---	--

**Değerlendirme
(Evaluate)**

Öğrencilerin seviyelerine uygun olarak alıştıırma soruları sorulur. Bu sayede öğrencilerin problem çözme becerileri gelişir.

Örneğin;

18.



Bir öğrenci, su dolu plastik şşeye, özdeş delikler açıldığında suyun şekildedeki gibi K, L ve M noktalarına fışkırdığını gözlüyor.

Öğrenci bu deneyle sıvı basıncının aşağıdaki özelliklerinden hangisine bağlı olduğunu test etmeye çalışmıştır?

- A) Kabin şekline
- B) Kabin hacmine
- C) Sıvının özkütlesine
- D) Sıvının yüksekliğine

Çözüm:

Burada basıncın sıvının yüksekliğine bağlı olup olmadığı test edilmektedir. Doğru cevap D seçeneğidir.

- ❖ Sıvıların basıncının bağlı olduğu faktörleri ifade eder. (Etiklemeyen faktörler de kazandırılmaya çalışılır.)

BÖLÜM 4

KEŞFETME AŞAMASINDA YAPILAN DENEYLER

1) YÜKSEKLİK DENEYİ

Yapılışı: 1 litrelik bir pet şişe alınır ve üst kısmı kesilir. Pet şişeye aynı hizada ve aralarında eşit aralık bırakarak üç delik açılır. Bu delikleri bantla kapatılarak şişeyi ağzına kadar suyla doldurulur. Daha sonra bantı hızlıca çekilerek suların ulaştığı mesafe ile yükseklik gözlemlenir.

Sonucu: Yapılan deney sonucunda yükseldik arttıkça suyun daha uzak mesafeye gittiği gözlemlenerek basıncın yüksekliğe bağlı olduğu ve yükseklik arttıkça basıncın arttığı çıkarımının yapılması sağlanır. Sıvıların basıncının bağlı olduğu faktörleri ifade eder. (Etkilemeyen faktörler de kazandırılmaya çalışılır).



2) ZEYTINYAĞI- SU DENEYİ

Yapılışı: İki tane 1 litrelik pet şişe alınır ve ilgisine de aynı hizada birer delik açılarak delikler bantlardır. Bir şişeye su, diğerine de etil alkol koyulur ve bantlar aynı anda çekilerek sıvı akışkanlıkları gözlemlenir.

Sonucu: İçinde su bulunan şişede suyun daha önce bittiği, zeytinyağının ise suya göre daha yavaş aktığı gözlemlenir. Bu iki sıvının nelerinin farklı olduğu öğrencilere sorularak değişkenlerin bulunması istenilir. Sonuç olarak yoğunluk arttıkça basıncın da arttığı çıkarımı yapılır.

NOT: Birbirinden farklı üç şişe alınarak içlerine aynı yükseklikte su konulur. Basıncın bağlı olduğu kavramların derinlik ve yoğunluk olduğu göz önüne alınarak bu şişelerdeki suyun derinliğinin ve yoğunluğunun aynı olduğu, dolayısıyla basıncının aynı olduğu belirtilir. Bunun sonucunda basıncın sıvının miktarda ve konulduğu kabın şekline bağlı olmadığı da vurgulanır.

- ❖ Sıvıların basıncının bağlı olduğu faktörleri ifade eder. (Etkilemeyen faktörler de kazandırılmaya çalışılır).

3) ENJEKTÖR DENEYİ

Yapılışı: Bir enjektör almarak iğnesi çıkartılır ve içine hava alınarak delik parmakla kapatılarak piston itilmeye çalışılır. Daha sonra enjektöre su doldurularak delik yine parmakla kapatılır ve piston itilmeye çalışılır.

Sonucu: İçi hava dolu iken enjektörün hareket ettiğini fakat suyla doldurulduğunda uygulanan basıncın etkisiyle sıvının hacminde gözle görülebilir bir düzeyde değişme olmadığı gözlemlenir ve bu yüzden de sıvıların sıkıştırılmaz kabul edildiği çıkarımı yapılır.

- ❖ Sıvıların sıkıştırılmazlık özelliğini öğrenir.

4) BALON DENEYİ

Yapılışı: Balonun içine su konularak ağız sıkıca bağlanır. İğne yardımıyla balona küçük delikler açılarak, sıvı akışı gözlemlenir. Daha sonra balona hafifçe bastırılarak deliklerden su akışı tekrar gözlemlenir.

Sonucu: Deney sonunda kapalı bir kaptaki sıvıya herhangi bir noktadan uygulanan basıncın, sıvı ile temasta olan her noktaya eşit olarak iletildiğinin çıkarımı yapılır. Bu prensibe de Pascal Prensibi denildiği öğrencilerle paylaşılır.

Sıvıların basıncı, her yönde aynı büyüklükte iletildiğini keşfeder.

EK 10: Ölçme Araçları İzin Yazıları

Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği ve Değerlendirme Ölçütleri İçin İzin Yazışmaları:

Written permission to apply your test in my master thesis - Nalan Tuhtakaya

Nalan Tuhtakaya <nalantuhtakaya@gmail.com>
Alıcı: weipinghu@163.com

14 Kasım 2018 00:46

Dear Prof. Dr. Weiping Hu and Phillip Adey,

I'm a master student in Mersin University, Institute of Educational Sciences, Science Teaching Department in Mersin/TURKEY.

If you give me permission, I want to apply your test, "A scientific creativity test for secondary school students", to the pre teachers as a pre and post test in my master thesis. And of course, I will list the paper as a reference.

I'm looking forward to hearing from you soon. Thank you.

Best Regards.

Nalan TUHTAKAYA

Mersin University

Written permission to apply your test in my master thesis - Nalan Tuhtakaya

胡卫平 <1277866738@qq.com>
Alıcı: Nalan Tuhtakaya <nalantuhtakaya@gmail.com>

15 Kasım 2018 09:31

Dear Nalan TUHTAKAYA

I agree that you can apply my test, "A scientific creativity test for secondary school students", to the pre teachers as a pre and post test in you master thesis. You should list the paper as a reference.

I am the first author and Adey has passed away.

Best wishes!

Weiping HU

----- 原始邮件 -----

发件人: "Nalan Tuhtakaya" <nalantuhtakaya@gmail.com>;
发送时间: 2018年11月14日(星期三) 凌晨5:46
收件人: "weipinghu" <weipinghu@163.com>;
主题: Written permission to apply your test in my master thesis - Nalan Tuhtakaya

Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği

Nalan Tuhtakaya <nalantuhtakaya@gmail.com>
Alıcı: huriyedenis@mehmetakif.edu.tr

23 Aralık 2017 12:42

Merhaba Huriye Hocam,

Öncelikle size kendimi tanıtmak istiyorum. Nalan Tuhtakaya, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Eğitimi Yüksek Lisans öğrencisiyim. Hocam tez aşamasındayım ve konum gereğince çalışmanız olan "Bilimsel Yaratıcılık Ölçeğinin Türkçeye Uyarlama Süreci ve Değerlendirme Ölçütleri" makalesini okudum ve türkçeye çevirmiş olduğunuz Hu ve Aday (2002) ölçeğini çalışmamda izniniz olursa kullanmak isterim. Çalışmam 4. sınıf fen bilgisi öğretmen adayları ile olacaktır. Teşekkür ederim Hocam..

Saygılarımla

Nalan Tuhtakaya

Mersin Üniversitesi
Fen Bilimleri Eğitimi YL

Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği

Huriye Deniz Çeliker <huriyedenis@mehmetakif.edu.tr>
Alıcı: Nalan Tuhtakaya <nalantuhtakaya@gmail.com>

23 Aralık 2017 13:59

Merhaba Nalan hocam, elbette kullanabilirsiniz. Kolaylıklar diliyorum.

Nalan Tuhtakaya <nalantuhtakaya@gmail.com> şunları yazdı (23 Ara 2017 12:42):
[Alıntılanan metin gizlendi]

Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği izin isteği

Nalan Tuhtakaya <nalantuhtakaya@gmail.com>
Alıcı: hkadayifci@gmail.com

14 Kasım 2018 00:29

Sayın Dr. Hakkı KADAYIFÇI,

Mersin Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Fen Bilgisi Öğretmenliği Eğitimi yüksek lisans öğrencisiyim. Tez çalışmamda sizin tarafınızdan çevrilen "Bilimsel Yaratıcılık Testi'nden" yararlanmak için izninizi istemekteyim Hocam. Çalışmam öğretmen adayları ile olacaktır.

Saygılarımla.

Nalan Tuhtakaya

Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği izin isteği

Hakkı KADAYIFÇI <hkadayifci@gmail.com>
Alıcı: nalantuhtakaya@gmail.com

14 Kasım 2018 16:19

Hocam, ilgili ölçeği kullanmanızda benim açımdan sorun bulunmamaktadır. İyi çalışmalar.

Nalan Tuhtakaya <nalantuhtakaya@gmail.com>, 14 Kas 2018 Çar, 00:29 tarihinde şunu yazdı:
[Alıntılanan metin gizlendi]

Bilimsel Yaratıcılık Testi izin isteği - Nalan Tuhtakaya

Nalan Tuhtakaya <nalantuhtakaya@gmail.com>
Alıcı: sibel.demir@omu.edu.tr

14 Kasım 2018 00:35

Sayın Dr. Sibel DEMİR KAÇAN,

Mersin Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Fen Bilgisi Öğretmenliği Eğitimi yüksek lisans öğrencisiyim. Tez çalışmamda sizin tarafınızdan da kullanılmış olan "Bilimsel Yaratıcılık Testi'nden" kategori adlandırılmalarında yararlanmak için izninizi istemekteyim Hocam. Çalışmanızı titizlikle inceledim. Çalışmam öğretmen adayları ile olacaktır değerli Hocam.

Yardımlarınız benim için çok değerli olacaktır.

Saygılarımla.

Nalan Tuhtakaya

Bilimsel Yaratıcılık Testi izin isteği - Nalan Tuhtakaya

sibel demir <sibel.demir@omu.edu.tr>
Alıcı: Nalan Tuhtakaya <nalantuhtakaya@gmail.com>

14 Kasım 2018 12:45

Sevgili Nalan,
Atıfta bulunarak tabi ki yararlanabilirsin.
Kolaylıklar dilerim...
Sevgiler...

Dr. Sibel DEMİR KAÇAN

Kimden: "Nalan Tuhtakaya" <nalantuhtakaya@gmail.com>
Kime: "sibel demir" <sibel.demir@omu.edu.tr>
Gönderilenler: 14 Kasım Çarşamba 2018 0:35:20
Konu: Bilimsel Yaratıcılık Testi izin isteği - Nalan Tuhtakaya

Mühendislik Becerileri Anketi İçin İzin Yazışması:

Engineering Skills Questionnaire

Nalan Tuhtakaya <nalantuhtakaya@gmail.com>
Alıcı: "smclaughlin@mos.org" <smclaughlin@mos.org>

13 Temmuz 2018 23:42

Dear Museum of Science;

My name is Nalan Tuhtakaya. I'm a master degree student in Mersin University. I've been working on my thesis and I would like to use Engineering Skills Questionnaire for my thesis. Could you let me to use is in my research? I'm looking forward to your answer. Thank you.

Best Regards

Nalan Tuhtakaya

Engineering Skills Questionnaire

Engineering is Elementary <ele@mos.org>
Alıcı: Nalan Tuhtakaya <nalantuhtakaya@gmail.com>

13 Temmuz 2018 23:53

Hi Nalan,

We have recently received the same inquiry perhaps from someone else in your school/program. Please see below and make sure to include the copyright information and to attribute anything you use to EIE*.

EIE® is pleased to grant permission to Nalan Tuhtakaya to reference the 'My Engineer Profile' in his/her Master's Thesis provided the text credits both EIE and the Museum of Science, Boston.

One option is to refer to the image/process in the chapter text (or in the caption accompanying) as "My Engineering Profile" worksheet developed by EIE®" and then credit the image, "Museum of Science, Boston, used with permission."

Sean McLaughlin

Operations Coordinator | Engineering is Elementary

Museum of Science | 1 Science Park | Boston, MA 02114 | 617.589.0230 | smclaughlin@mos.org | www.eie.org

Keep up with EIE! Subscribe to [EIENews](#) or follow us:



Developed by the Museum of Science, Boston

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı :Nalan TUHTAKAYA

Doğum Tarihi : 26 Şubat 1995

E-mail : nalantuhtakaya@gmail.com

Öğrenim Durumu :

Derece	Bölüm/Program	Üniversite	Yıl
Lisans	Fen Bilgisi Öğretmenliği	Mersin Üniversitesi	2012-2016
Yüksek Lisans	Fen Bilimleri Eğitimi	Mersin Üniversitesi	2016-2019

ESERLER (Makaleler ve Bildiriler)

1. Tuhtakaya, N., Sürmeli, H. (2017). Fen Öğretim Programları ve Öğretmen Yetiştirme Sistemlerinin Karşılaştırılması: Türkiye ve Polonya, *International Journal of Eurasia Social Sciences*, 8(30), 1953-1973.
2. Tuhtakaya, N. (2018). *Pre-service Science Teachers' Engineering Skills in Activities Based on Engineering Design Process*. 17. Uluslararası Öğrencileri Araştırmaları Konferansı, Letonya Üniversitesi. Riga, Letonya. 15-17 Mayıs, 2018.
3. Tuhtakaya, N., Sürmeli H. (2019). *Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Mühendislik Tasarım Süreci Uygulamalarının Bilimsel Yaratıcılıkları Üzerine Etkisinin İncelenmesi*. 2. Uluslararası Multidisipliner Çalışmalar Kongresi, Adana. 26-28 Nisan, 2019.