T.C.

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

STEM EĞİTİMİNİN FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ STEM EĞİTİMİNE YÖNELİK FARKINDALIKLARINA, BİLİMSEL YARATICILIKLARINA VE PROBLEM ÇÖZME BECERİLERİNE ETKİSİ

HANDE ÇELİK KESER

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Hüsnüye DURMAZ

EDİRNE-2021

HANDE ÇELİK KESER'İN hazırladığı **"STEM Eğitiminin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının STEM Eğitimine Yönelik Farkındalıklarına, Bilimsel Yaratıcılıklarına ve Problem Çözme Becerilerine Etkisi"** başlıklı bu tez, tarafımızca okunmuş, kapsam ve niteliği açısından Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalında bir **Yüksek lisans tezi** olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri:	İmza
Doç. Dr. Hüsnüye Durmaz	……
Prof. Dr. Eylem BAYIR	……
Doç. Dr. Ayfer MUTLU	……

Tez Savunma Tarihi: 03/08/2021

Bu tezin Yüksek Lisans olarak gerekli şartları sağladığını onaylarım.

İmza

Doç. Dr. Hüsnüye Durmaz
Tez Danışmanı ……

Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü onayı

Prof. Dr. H.R. Ferhat KARABULUT
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

T.Ü.FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

DOĞRULUK BEYANI

Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında, tüm verilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini, kullanılan verilerde tahrifat yapılmadığını, tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını, kullanılan tüm literatür bilgilerinin bilimsel normlara uygun bir şekilde kaynak gösterilerek ilgili tezde yer aldığını ve bu tezin tamamı ya da herhangi bir bölümünün daha önceden Trakya Üniversitesi ya da farklı bir üniversitede tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

.... / .... / ....

İmza

Yüksek Lisans Tezi

STEM Eğitiminin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının STEM Eğitimine Yönelik Farkındalıklarına, Bilimsel Yaratıcılıklarına ve Problem Çözme Becerilerine Etkisi

T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı

ÖZET

STEM eğitimi konusunda bilinçli ve STEM eğitimini olması gerektiği şekilde kullanabilen nitelikli STEM öğretmenlerine duyulan gereksinim doğrultusunda, bu çalışmada STEM eğitiminin fen bilimleri öğretmen adaylarının problem çözme becerilerine, bilimsel yaratıcılıklarına ve STEM farkındalıklarına etkisi ile öğretmen adaylarının STEM eğitimine yönelik görüşlerinin incelenmesi amaçlanmaktadır.

Çalışma 2018-2019 Eğitim-Öğretim yılında çalışmaya katılan ülkemizin kuzey batısında bulunan bir il merkezindeki Yüksek Öğretim Kurumu'na bağlı bir devlet üniversitesinin eğitim fakültesinin fen bilgisi öğretmenliği programın 3. sınıfında öğrenim görmekte olan 30 fen bilimleri öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. Çalışma grubu uygun örneklem seçimi ve gönüllülük esasına göre oluşturulmuştur. Çalışmada veri toplama ve veri analizi için nicel ve nitel araştırma yöntemlerinin birlikte kullanıldığı karma araştırma yöntemlerinden yakınsayan paralel desen kullanılmıştır. Ön ve sontest modelli zayıf deneysel desene nitel veriler dahil edilmiştir. Veri toplama araçları olarak problem çözme ölçeği (PÇÖ), bilimsel yaratıcılık ölçeği (BYÖ) ve STEM farkındalık açık uçlu anketi (STEM-A) ön ve sontest olarak uygulanmış ve kullanılan diğer ölçüm araçlarından elde edilen verileri desteklemek ve incelemeleri derinleştirme amacıyla yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Araştırmanın nicel verileri SPSS 25 (Statistical Package for the Social Science) programı ile uygun istatistiksel analiz yöntemleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Nitel verilerin analizinde ise içerik analizi ve betimsel analiz kullanılmıştır.

Araştırma sonucunda elde edilen nicel bulgulara göre STEM eğitiminin fen bilimleri öğretmen adaylarının problem çözme becerileri ve bilimsel yaratıcılıkları üzerine istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmemekle birlikte nitel bulgulara göre öğretmen adayları problem çözme becerilerinin, bilimsel yaratıcılıklarının ve STEM farkındalıklarının gelişim gösterdiği yönünde görüş bildirmişlerdir.

Yıl : 2021

Sayfa Sayısı : 163

Anahtar Kelimeler : STEM eğitimi, problem çözme becerisi, bilimsel yaratıcılık, STEM farkındalığı, öğretmen adayı, fen bilimleri, fen eğitimi

Master’s Thesis

Effects of the STEM Education on Pre-service Science Teachers' Awareness on STEM Education, Scientific Creativity and Skills of Problem Solving

Trakya University Institute of Natural Sciences

Department of Mathematics and Science Education

ABSTRACT

There is a need for qualified STEM teachers who are conscious about STEM education and can use STEM education as it should be. In this study, it is aimed to examine the effects of the STEM education on the STEM awareness, problem solving skills and scientific creativity of pre-service science teachers, and the views of pre-service teachers on STEM education.

The study was carried out with 30 pre-service science teacher who participated in the study in the 2018-2019 academic year, who studied in the department of science education of the education faculty of a state university affiliated to the Higher Education Institution in a city center located in the northwest of Turkey. In the study, convergent parallel design, one of the mixed research methods in which quantitative and qualitative research methods are used together, was used for data collection and data analysis. Problem solving scale and scientific creativity scale were used as data collection tools in the quantitative dimension of the research. STEM awareness (STEM-A) open-ended questionnaire and semi-structured interview form were used in the qualitative dimension of the research. The quantitative data of the research were evaluated using appropriate statistical analysis methods with the SPSS 25 (Statistical Package for the Social Science) program. Content analysis and descriptive analysis were employed in the analysis of the qualitative data.

According to the quantitative findings obtained from the research, it was concluded that the STEM education conducted during the "Science Teaching Laboratory

Practices I" course did not improve on the problem-solving skills and scientific creativity of the pre-service science teachers. However, according to the qualitative findings, pre-service teachers stated that their problem-solving skills, scientific creativity and STEM awareness improved.

Year : 2021

Number of Pages : 163

Keywords : STEM education, problem solving skill, scientific creativities, STEM awareness, pre-service teacher, science, science education

ÖNSÖZ

Araştırma süresi boyunca destekleri, bilgileri ve önerileri ile beni destekleyen, tüm süreç boyunca beni cesaretlendiren saygıdeğer danışmanım Doç. Dr. Hüsnüye DURMAZ'a teşekkürlerimi sunuyorum.

Çalışmamın özellikle ön hazırlık aşamasında verdiğim kararlarda bana yardımcı olan, ne zaman ihtiyaç duysam desteğini esirgemeyen Prof. Dr. Eylem BAYIR'a, uygulamalarda değerli bilgileri ile beni destekleyen Dr. Öğr. Üyesi Hasan ÖZYILDIRIM'a ve lisansüstü eğitim hayatım boyunca değerli bilgileriyle bana yol gösteren Prof. Dr. Yılmaz ÇAKICI'ya teşekkürlerimi sunuyorum.

Eğitim hayatım boyunca beni destekleyen sevgili ailem Tülay ÇELİK'e, Şerif ÇELİK'e ve tüm destekleriyle yanımda olan canım kardeşlerim Emre ÇELİK, Enes ÇELİK'e ve minik kardeşim Asel ÇELİK'e ayrıca her durumda bana güç veren hayat arkadaşım İbrahim Hayri KESER'e teşekkürlerimi ve sevgilerimi sunuyorum.

Çalışmam boyunca aynı süreçleri kendisi de tecrübe eden, çalışmama katkıda bulunarak beni her daim motive eden sevgili arkadaşım Büşra ŞAFAK'a ve uygulamalarımda bana bilgileriyle yardımcı olan, desteği ile beni motive eden değerli çalışma arkadaşım M. Fatih CANDAN'a sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**
ABSTRACT ..... **vi**
ÖNSÖZ ..... **viii**
İÇİNDEKİLER ..... **ix**
GİRİŞ **1**
1.1. Problem Durumu **3**
1.2. Çalışmanın Amacı **4**
1.3. Çalışmanın Önemi **4**
1.4. Problem Cümlesi **6**
1.5. Çalışmanın Alt Problemleri ve Hipotezleri **6**
1.5.1. Alt Problemler **6**
1.5.2. Hipotezler **6**
1.6. Çalışmanın Varsayımları **7**
1.7. Çalışmanın Sınırları **7**
1.8. Tanımlar **7**
GENEL BİLGİLER **9**
2.1. STEM Eğitimi **9**
2.2. Problem Çözme Becerisi ve STEM **14**
2.3. Bilimsel Yaratıcılık ve STEM **16**
2.4. STEM Farkındalığı **19**
2.5. STEM ve Öğretmen Eğitimi **19**
2.5.1. Öğretmen, Öğretmen Adayları ve STEM Eğitimi Üzerine Yapılan Çalışmalar **21**
YÖNTEM **29**
3.1. Çalışmanın Modeli **29**
3.2. Çalışma Grubu **31**
3.3. Veri Toplama Araçları **31**
3.3.1. Problem Çözme Ölçeği (PÇÖ) **31**
3.3.2. Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği (BYÖ) **32**
3.3.3. STEM Farkındalığı Açık Uçlu Anket (STEM-A) **33**
3.3.4. Yarı Yapılandırılmış Görüşme **34**

3.4. Çalışmanın Uygulanması 34
3.4.1. Pilot Çalışma 34
3.4.2. Çalışmanın Uygulaması 36
3.5. Verilerin Analizi 40
3.5.1. Problem Çözme Ölçeği Analizi 40
3.5.2. Bilimsel Yaratıcılık Ölçeğinin Analizi 40
3.5.3. STEM Farkındalığı Açık Uçlu Ankete (STEM-A) İlişkin Veri Analizi 43
3.5.4. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Analizi 55
BULGULAR 57
4.1. Pilot Çalışmaya İlişkin Bulgular 57
4.1.1. Pilot Çalışmaya İlişkin Nicel Bulgular 57
4.1.2. Pilot Çalışmaya İlişkin Nitel Bulgular 58
4.2. Çalışmaya İlişkin Bulgular 60
4.2.1. Problem Çözme Ölçeğinden Elde Edilen Bulgular 60
4.2.2. Bilimsel Yaratıcılık Ölçeğinden Elde Edilen Bulgular 61
4.2.3. STEM-A Açık Uçlu Anketinden Elde Edilen Bulgular 63
4.2.4. Görüşme Kayıtlarından Elde Edilen Bulgular 81
SONUÇLAR, TARTIŞMA ve ÖNERİLER 96
5.1. Sonuçlar ve Tartışma 96
5.1.1. Problem Çözme Becerilerine İlişkin Sonuçlar ve Tartışma 96
5.1.2. Bilimsel Yaratıcılığa İlişkin Sonuçlar ve Tartışma 98
5.1.3. STEM Farkındalığına İlişkin Sonuçlar ve Tartışma 99
5.2. Öneriler 107
KAYNAKLAR 109
EKLER 118
EK-1: Problem Çözme Ölçeği 118
EK-2: Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği 119
EK-3: STEM-A Açık Uçlu Anketi 121
EK-4: Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu 126
EK-5: STEM Ders Planı Örneği 127
EK-6: Çalışma Defteri Örneği 135
ÖZGEÇMİŞ 147

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

BTHP	**:** Bilgi Temelli Hayat Problemi
BYÖ	**:** Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği
f	**:** Frekans
MEB	**:** Milli Eğitim Bakanlığı
N	**:** Veri Sayısı
p	**:** Anlamlılık Düzeyi
PÇÖ	**:** Problem Çözme Ölçeği
sd	**:** Serbestlik Derecesi
SPSS	**:** Statistical Package for the Social Science
SS	**:** Standart Sapma
STEM-A	**:** STEM Farkındalığı
t	**:** t değeri (t testi için)
$\overline{x}$	**:**Aritmetik Ortalama
YÖK	**:** Yüksek Öğretim Kurulu

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Çalışma modeli……..……...30

Çizelge 3.2. Bilimsel yaratıcılık ölçeği maddelerinin tanıtımı……..……...……33

Çizelge 3.3. Öğretim süreci için oluşturulan çalışma takvimi……..……36

Çizelge 3.4. BYÖ değerlendirme ölçütleri……..……...……..36

Çizelge 3.5. STEM-A Açık Uçlu Anketi Fen alanı için kategoriler ve katılımcı örnekleri…….……..……45

Çizelge 3.6. STEM-A Açık Uçlu Anketi Teknoloji alanı için kategoriler ve katılımcı örnekleri…….……..……....46

Çizelge 3.7. STEM-A Açık Uçlu Anketi Mühendislik alanı için kategoriler ve katılımcı örnekleri…….……...……...47

Çizelge 3.8. STEM-A Açık Uçlu Anketi Matematik alanı için kategoriler ve katılımcı örnekleri…….…….....49

Çizelge 3.9. STEM-A Açık Uçlu Anketi STEM eğitimi tanımı kategorileri ve katılımcı örnekleri…….……...……...49

Çizelge 3.10. STEM-A Açık Uçlu Anketi Mikrobiyolojik Korozyon Vakası STEM disiplinleri için kategoriler ve katılımcı örnekleri……...…….....50

Çizelge 3.11. STEM-A Açık Uçlu Anketi Mikrobiyolojik Korozyon Vakası öğretimi için temaları ve katılımcı örnekleri……...……...……...52

Çizelge 3.12. STEM-A Açık Uçlu Anketi Radyoaktif Fiiller Vakası STEM disiplinleri için temaları ve katılımcı örnekleri……...53

Çizelge 3.13. Radyoaktif fiillerin durum öğretiminde kullanılması tema ve katılımcı örnekleri……..……..55

Çizelge 4.1. STEM eğitimi ile ilgili öğretmen görüşleri ölçeği öntest-sontest puanlarına ilişkin ilişkili örneklem t-testi sonuçları……..……..58

Çizelge 4.2. STEM uygulamasının yararlarına yönelik görüşlere ilişkin bulgular……..……..……..58

Çizelge 4.3. STEM uygulamaları sürecinde karşılaştıkları zorluklara yönelik görüşlere ilişkin bulgular……..……59

Çizelge 4.4. Öğretmen adaylarının STEM uygulamalarına yönelik önerilerine ilişkin bulgular……..……..60

Çizelge 4.5. Problem Çözme Ölçeği ortalama puanlarının t-testi sonuçları…….....61

Çizelge 4.6. PÇÖ ilişkili örneklem t testi sonuçları ……..……61

Çizelge 4.7. BYÖ normallik testi değerleri.……...……..62

Çizelge 4.8. BYÖ ilişkili örneklem t testi sonuçları……..62

Çizelge 4.9. Öğretmen adaylarının ‘‘Genel olarak karşılaştığınız bir problemi çözmek için nasıl davranırsınız?’’ sorusuna ilişkin oluşturulan kategoriler…….……82

Çizelge 4.10. Öğretmen adaylarının ‘‘Size verilen BTHP’ni çözmeye başlamadan önce neler yaptınız?’’ sorusuna ilişkin oluşturulan kategoriler……...……..83

Çizelge 4.11. Öğretmen adaylarının ‘‘BTHP’nin üzerinde çalışırken neler yaptınız?’’ sorusuna ilişkin oluşturulan kategoriler……..……..…84

Çizelge 4.12. Öğretmen adaylarının ‘‘Ürün tasarlarken neler yaptınız?’’ sorusuna ilişkin oluşturulan kategoriler……..……...85

Çizelge 4.13. Öğretmen adaylarının ‘‘Ürün tasarladıktan sonra neler yaptınız?’’ sorusuna ilişkin oluşturulan kategoriler…….…….....86

Çizelge 4.14. Öğretmen adaylarının ‘‘Öğretmenlik hayatında fen bilimleri dersi kapsamında hangi konularda STEM uygulamalarına yer verebileceğini ya da veremeyeceğini düşünüyorsun?’’ sorusuna ilişkin oluşturulan kategoriler…...……..88

Çizelge 4.15. Öğretmen adaylarının ‘‘Öğretmenlik hayatınızda bu uygulamaları kullanacak olsanız nelere ihtiyaç duyacağınızı düşünüyorsunuz?’’ sorusuna ilişkin oluşturulan kategoriler……..…...…90

Çizelge 4.16. Öğretmen adaylarının ‘‘Size göre STEM uygulamalarının verimli olmasını sağlayacak anahtar nedir? Bir STEM uygulamasının verimliliği neye bağlıdır?’’ sorusuna ilişkin oluşturulan kategoriler……..……92

Çizelge 4.17. Öğretmen adaylarının ‘‘Diğer STEM disiplinlerini uygulamalarınıza nasıl dahil edersiniz?’’ sorusuna ilişkin oluşturulan kategoriler……...……94

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. STEM disiplinlerinin kesişimi ……..…….……..……16

Şekil 2.2. Bilimsel yaratıcılık modeli …….…….17

Şekil 2.3. Bilimsel yaratıcılığın diğer disiplinlerle ilişkisi ……..……...…….18

Şekil 4.1. Fen alanı tanımlama frekansları öntest sontest karşılaştırma grafiği…….…….…....64

Şekil 4.2. Teknoloji alanı tanımlama frekansları öntest sontest karşılaştırma grafiği…….…….…….65

Şekil 4.3. Mühendislik alanı tanımlama frekansları öntest sontest karşılaştırma grafiği……..…….…….…...66

Şekil 4.4. Matematik alanı tanımlama frekansları öntest sontest karşılaştırma grafiği……..…….…….…...67

Şekil 4.5. STEM eğitimi tanımlama frekansları öntest sontest karşılaştırma grafiği……68

Şekil 4.6. Mikrobiyolojik Korozyon Vakası Fen alanı kategori frekansları öntest sontest karşılaştırma grafiği……..……...70

Şekil 4.7. Mikrobiyolojik Korozyon Vakası Teknoloji alanı kategori frekansları öntest sontest karşılaştırma grafiği…….……..……..71

Şekil 4.8. Mikrobiyolojik Korozyon Vakası Mühendislik alanı kategori frekansları öntest sontest karşılaştırma grafiği…….……...…….……72

Şekil 4.9. Mikrobiyolojik Korozyon Vakası Matematik alanı kategori frekansları öntest sontest karşılaştırma grafiği…..……..…….73

Şekil 4.10. Mikrobiyolojik Korozyon Vakası Eylem teması kategori frekansları öntest sontest karşılaştırma grafiği……..…..…….74

Şekil 4.11. Mikrobiyolojik Korozyon Vakası Destek Teması kategori frekansları öntest sontest karşılaştırma grafiği……..……..…….75

Şekil 4.12. Radyoaktif Filler Vakası Fen alanı kategori frekansları öntest sontest karşılaştırma grafiği…….……..…….....76

Şekil 4.13. Radyoaktif Filler Vakası Teknoloji alanı kategori frekansları öntest sontest karşılaştırma grafiği…….……..……..77

Şekil 4.14. Radyoaktif Filler Vakası Mühendislik alanı kategori frekansları öntest sontest karşılaştırma grafiği…….……..……..78

Şekil 4.15. Radyoaktif Filler Vakası Matematik alanı kategori frekansları öntest sontest karşılaştırma grafiği…….……..……..79

Şekil 4.16. Radyoaktif Fiiller Vakasının durum öğretiminde kullanımı frekansları öntest sontest karşılaştırması…….……...……..80

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Yaşadığımız çağda toplumların sosyal, ekonomik, kültürel ve teknolojik değişimlere hızlı bir şekilde ayak uydurması için verilen eğitimin niteliği önemlidir. Eğitimin niteliği de yetiştirilen öğretmenlerin niteliğine ve bu amaç doğrultusunda çağdaş öğrenme/öğretme yöntem ve tekniklerinin etkili bir şekilde uygulanmasına bağlıdır.

Eğitim toplumsal değerleri gelecek nesillere aktarmak, kişinin var olan gücünü görmesini ve ileri seviyeye taşımasını sağlamak, toplumsal yaşama uyumlu ve topluma katkı sağlayacak yetkinlikleri kazandırmak ve bireylerin meslek sahibi olmasına yardım etmek gibi birçok yükümlülüğe sahiptir. Tüm bunların yanı sıra günümüzde karmaşık ve açık uçlu problemlere çözüm üretme, inovasyon, eleştirel ve yaratıcı düşünme, işbirlikli çalışma gibi yetkinlikleri kazandırmak da önemlidir (Topses, 2011). Eğitimin bu görevlerini gerçekleştirebilmesi öğretmenlerin niteliğine bağlıdır. Öğretmen niteliğini belirleyen önemli bir faktör ise öğretmen eğitimi uygulamaları ve politikalarıdır (Sanemoğlu, 1990).

Millî Eğitim Bakanlığı'nın 2018 yılında yayınladığı 2023 Eğitim Vizyonu raporunda belirttiği üzere, eğitim sisteminde yapılan her türlü değişim, düzeltme ve iyileştirme çabasının amacına ulaşması öğretmenlerin ve idarecilerin mesleki yeterliliklerine, algılarına ve değişimlere inanma düzeylerine bağlıdır (MEB, 2018). Ancak, öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının mesleki yeterlilik düzeylerini, algılarını, değişime inanç biçimlerini geliştirecek olan aldıkları hizmet öncesi ve hizmet içi eğitimlerin kalitesi belirler.

Eğitimin temel amaçlarından birisi öğrencileri gerçek hayat problemlerine hazırlamak ve bu problemlere yaratıcı ve akılcı çözümler üretebilen bireyler yetiştirmektir. Bu amaca ulaşmada uygun öğrenme yaklaşımlarının, yöntem ve tekniklerinin seçilmesi ve kullanılması çok önemlidir. Son yıllarda fen bilimleri eğitimi çerçevesinde tüm dünya çapında ülkelerin yenilikçi eğitim yaklaşımları incelendiğinde fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarının farklı anlayış, yöntem ve tekniklerle entegre edilmiş öğretim ile yetiştirilmiş insan gücünü çoğaltmayı amaç edinmiş disiplinler arası öğrenme yaklaşımını temel alan STEM (İngilizce olarak **S**cience, **T**echnology, **E**ngineering, **M**athematic kelimelerinin ilk harflerinden oluşturulmuştur) eğitimi dikkat çekmektedir (Bybee, 2013). Ülkemizde STEM kısaltmasının Türkçeleştirilmesiyle oluşturulmuş olan FeTeMM kısaltmasını kullanmayı tercih edenler de vardır. Bu çalışmada STEM kısaltması kullanılacaktır.

National Research Council (2011) yayınladığı raporunda STEM eğitiminin fen bilimleri ve matematik disiplinlerinin bilgilerini mühendislik disiplini ile bütünleştirerek teknoloji üretiminin önünü açmakta olduğunu, STEM eğitiminin bireylere 21. yy. becerileri kazandırarak teknoloji çağına uyum sağlamayı hedeflemekte olduğunu belirtmişlerdir. STEM kavramının ortaya çıkışı 1900'lü yıllara dayanmaktadır. Öğrencilerin üniversite eğitimine kadar aldıkları fen bilimleri, mühendislik, teknoloji ve matematik eğitimleri bu alanlardaki içerik bilgilerinin yanı sıra kişisel gelişimlerini, gelecekteki iş olanaklarını, meslek seçimlerini, politik, sivil konularla ve kendi yaşamları ile ilgili bilinçli karar alma becerilerini de geliştirmektedir. Küresel ısınmadan tıp bilimine, sosyal çevreden banka kredilerine kadar birçok kamusal ve kişisel problemler ve bunların çözümleri fen bilimi, teknoloji, mühendislik ve matematiği (STEM) içinde barındırmaktadır (National Research Council [NRC], 2011).

Ülkelerin dünyadaki gelişmelere ayak uydurmaları yenilikçi olmaya ve eğitim için yatırım yapmaya hazır bir devlet anlayışına bağlıdır. 21. yy. 'da toplumların gelişme göstermeleri görev başında olan öğretmenleri ve gelecekte öğretmen olmaya hazırlanan öğretmen adaylarını STEM eğitimini kullanmaya hazırlayabilecek hizmet öncesi ve hizmet içi öğretmen eğitimine bağlıdır (Corlu, 2012). Bu nedenle ülkemizde hem öğretmen eğitiminin niteliğini arttırmak hem de Milli Eğitim programlarına dahil edilen STEM eğitiminin etkili bir biçimde uygulanabilmesi için hizmet öncesi ve hizmet içi öğretmen eğitimi programlarının düzenlenmesine ve bu konuda yapılacak akademik

çalışmalara ihtiyaç vardır. Bu doğrultuda yapılan bu çalışma ile Türkiye'de gün geçtikçe önem kazanan STEM eğitimine katkı sağlamak amaçlanmıştır.

Bu bölümde problem durumu, çalışmanın amacı, çalışmanın önemi, problem cümlesi, alt problemler, çalışmanın varsayımları, çalışmanın sınırları ve tanımlar açıklanmıştır.

1.1. Problem Durumu

Fen günlük hayatın bir parçasıdır. Fen eğitiminin temel amaçları arasında öğrencilere problem çözme becerisi, yaratıcı ve bilimsel düşünme, araştırma becerisi kazandırma, günlük hayat problemlerine akılcı çözüm üretme vb. beceriler kazandırmak yer almaktadır. İçinde bulunduğumuz Endüstri 4.0 dönemi bireylerde bu ve bunun gibi birçok becerileri geliştirmeyi zorunlu kılmıştır. 2016 yılında Dünya Ekonomik Forumunun yayınladığı rapora göre bu becerilerden bazıları; iş birliği yapma, iletişim kurma, yaratıcılık, eleştirel düşünme ve karmaşık problemleri çözme becerileridir. Bu becerileri bireylere küçük yaşlarda ancak yenilikçi eğitim yaklaşımları ile kazandırmak mümkündür. Kullanılacak bu yenilikçi eğitim yaklaşımlarının etkili olabilmesi için de öğrenme ve öğretme ortamlarının beceri geliştirmeye yönelik, süreç odaklı, disiplinler arası çalışmaya yatkın ve bireyleri üretime teşvik edici şekilde oluşturulması gereklidir. Tüm bu kavramlar ve açıklamalar göz önünde bulundurulduğunda bu yenilikçi yaklaşımların en başında STEM eğitimi gelmektedir (Akgündüz, Ertepınar, Ger & Türk, 2018, s.12).

Ülkemizde son yıllarda STEM eğitimi ile ilgili önemli gelişmeler yaşanmaya başlanmıştır. Bu gelişmelere bağlı olarak da STEM eğitimi 2018 yılı Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda Bilim ve Mühendislik Uygulamaları adlı bölüm ile yer almıştır (MEB, 2018). Ancak STEM eğitimi ile ilgili gelişmelere tam anlamıyla ayak uydurabilmenin en temel yolu öğretmenlerin iyi birer STEM eğitimi uygulayıcısı olarak yetiştirilmesidir. Dolayısıyla öğretmen adaylarının da nitelikli birer STEM eğitimi uygulayıcıları olabilmeleri için kendilerinin hizmet öncesi dönemde disiplinler arası entegrasyonu içeren bir öğretime ve böyle bir öğretimi tasarlama fırsatına ihtiyaç duyan bireyler olarak görülmeleri gerekmektedir (Harlen, 2015).

Öğretmen adaylarının işbirlikli çalışma ve disiplinler arası entegrasyon anlayışını benimsemeleri için hizmet öncesi eğitim programlarının STEM bakış açısıyla düzenlenmesi fayda sağlayacaktır. Böylece öğretmen adayları gelecekteki öğrencileri için STEM disiplinlerini anlamlı ve doğru bir biçimde nasıl entegre edeceklerine dair bir anlayış oluşturabileceklerdir (Bartels, Rupe & Lederman, 2019). Ülkemizde de bu amaç doğrultusunda Fen Bilgisi Öğretmenliği Lisans Programı güncellenmiş ve Disiplinler Arası Fen Öğretimi adı altında STEM eğitimi programa dahil edilmiştir (YÖK, 2018). Öğretmen adaylarının profesyonel mesleki yaşamlarına başlamadan önce STEM eğitimi ile ilgili uygulamaların içerisinde yer almaları önemlidir. Bu sebeplerle özellikle öğretmen adaylarının STEM eğitimi ile ilgili görüşlerinin, durumlarının ve aldıkları eğitimin etkililiğinin araştırılmasına ihtiyaç vardır.

Tüm bu bilgilerin ve gelişmelerin ışığında bu çalışma STEM eğitimine uygun etkinliklerin geliştirilmesini ve Fen Bilgisi Öğretmen Adayları ile uygulanıp etkilerinin değerlendirilmesini içermektedir.

1.2. Çalışmanın Amacı

Problem durumunda belirtildiği üzere STEM eğitimini benimsemiş ve bu anlayışı doğru ve etkili şekilde uygulayabilecek şekilde yetiştirilmiş öğretmenlere duyulan gereksinim doğrultusunda, bu çalışmada Fen Öğretimi Laboratuvarı Uygulamaları I dersi içerisinde gerçekleştirilen STEM eğitiminin fen bilimleri öğretmen adaylarının problem çözme becerilerine, bilimsel yaratıcılıklarına ve STEM farkındalıklarına etkisi ile öğretmen adaylarının STEM eğitimine yönelik görüşlerinin incelenmesi amaçlanmaktadır.

1.3. Çalışmanın Önemi

Yaşadığımız yüzyılda teknolojik gelişmelere ve ekonomik büyümelere fen bilimleri, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinleri yön vermektedir. Bireylere 21. yüzyıl becerilerini kazandırmanın kilit noktası bireyleri bu disiplinler ile harmanlanmış gerçek hayat deneyimleriyle karşı karşıya bırakmaktır. STEM eğitimi toplumlara yalnızca küresel rekabette konum kazandırmakla kalmaz, yaşadığımız dünyayı daha derin bir anlayışla algılamayı da sağlar (Rehmat, 2015).

"Teknoloji ve dijitalleşme ekonomileri dönüştürürken, STEM işgücü inovasyon kapasitesini artıracak nitelikli işgücü sorunu için STEM eğitimi çözümün anahtarını oluşturmaktadır. Buna ek olarak STEM becerilerine sahip kişiler iş hayatında istenilen niteliklere daha kolay uyum sağlayabilmektedir" (PwC, 2017). Gardner (2006) gelişen teknolojinin ürünü olan cihazların gelecekte insanlara yapacak çok fazla iş bırakmayacağını dile getirmiştir. Bu sebeple çağımızda çocukların "makinaların yapamadığı" işleri yapabilecek bilgi ve becerilerle donatılması gerektiğini belirtmektedir (Akgündüz vd., 2015). Gardner'ın bu düşüncesi 21. yy. becerilerinin önemini vurgulamaktadır. Bu beceriler 21. yüzyıla uyum sağlamak için gerekli olacaktır. Sunulan bu çalışmada öğretmen adaylarına 21. yy. becerileri içerisinde yer alan problem çözme ve (bilimsel) yaratıcılık becerilerinin gelişmesinde katkı sağlayacağı düşünülen STEM eğitimi uygulamaları gerçekleştirilerek problem çözme ve bilimsel yaratıcılık becerilerine etkisi açısından değerlendirilmiştir.

Hem STEM alanları hakkında bilgi sahibi olmak hem de STEM'in günlük yaşamdaki uygulamaları ve genel olarak STEM farkındalığı STEM eğitimi uygulayıcıları için önemlidir. Alanyazın çalışmaları incelendiğinde katılımcıların STEM farkındalığının genel olarak nicel veri toplama araçları ile ölçüldüğü tespit edilmiştir (örneğin, Çevik, 2017; Aktaş, 2019; Şimşek, 2019; Özdemir, 2019; Baysal, 2019; Göktaş, 2019; Kızılot, 2019). Bu çalışmada, katılımcıların STEM farkındalığının "bilgi bileşenini" incelemek için her bir STEM disiplinini nasıl tanımladıklarına odaklanılmış ve ayrıca STEM farkındalığının "deneyim bileşenini" incelemek için katılımcıların STEM ile ilgili günlük konular aracılığıyla her bir STEM disiplinini nasıl tanımladıkları Tezsezen (2017)'nin çalışması temel alınarak nitel verilerin çözümlenmesi ile araştırılmıştır.

Ülkemizde Fen Bilimleri Öğretim Programı'nda STEM eğitimi yerini almakla birlikte (MEB, 2018) öğretim programlarındaki reformların başarısı öğretmenin niteliğine ve yeterliliğine bağlıdır. Kaliteli bir öğretmen mesleki gelişim programı öğretmenlerin içerik bilgisini ve öğretim yöntemlerini etkileme potansiyeline sahiptir ve bu durum öğrencilerin öğrenmesinde de etkili olacaktır (Cotabish, Dailey, Robinson & Hughes, 2013). Öğretmenlerin STEM eğitimi uygulamaları sırasında yaşadığı zorluklar STEM öğretmen eğitiminin önemini açıkça vurgulamaktadır. Bu nedenle öğretmen adaylarının hizmet öncesi STEM eğitimi alması ve aldıkları bu eğitimin niteliği

önemlidir. Bu bağlamda sunulan bu tez kapsamında öğretmen adaylarına STEM eğitimi uygulamalarını deneyimleyecekleri ortam yaratılmıştır.

Öğretmen adaylarına verilen STEM eğitiminin etkilerini araştırmak önemlidir. Bu çalışmadan elde edilen bulguların STEM anlayışını temel alan eğitimin fen bilimleri öğretmen adaylarına yönelik belirlenen değişkenler üzerine etkilerinin ortaya konması açısından fen eğitimi alanına katkı sağlaması beklenmektedir.

1.4. Problem Cümlesi

STEM eğitiminin fen bilimleri öğretmen adaylarının problem çözme becerilerine, bilimsel yaratıcılıklarına ve STEM eğitimine yönelik farkındalıklarına etkisi var mıdır?

1.5. Çalışmanın Alt Problemleri ve Hipotezleri

1.5.1. Alt Problemler

Çalışmanın amacı ve problem cümlesi doğrultusunda belirlenen alt problemler aşağıda belirtilmiştir.

1. STEM eğitimine dayalı Fen Öğretimi Laboratuvar Uygulamaları I dersine katılan öğretmen adaylarının problem çözme becerileri öntest-sontest puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
2. STEM eğitimine dayalı Fen Öğretimi Laboratuvar Uygulamaları I dersine katılan öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılık öntest-sontest puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
3. STEM eğitimine dayalı Fen Öğretimi Laboratuvar Uygulamaları I dersine katılan öğretmen adaylarının uygulama öncesi ve sonrası STEM eğitimine yönelik farkındalıkları nasıldır?

1.5.2. Hipotezler

Araştırmanın birinci ve ikinci alt problemi için aşağıdaki hipotezler kurulmuştur.

$H_0$1: Araştırmaya katılan öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinin gelişimine STEM eğitimine dayalı yürütülen öğretimin etkisi yoktur.

$H_0$2: Araştırmaya katılan öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılıklarının gelişimine STEM eğitimine dayalı yürütülen öğretimin etkisi yoktur.

1.6. Çalışmanın Varsayımları

Bu çalışmanın varsayımları:

1. Çalışmaya katılan öğretmen adayları veri toplama araçları için herhangi bir ön hazırlık yapmamışlardır.
2. Çalışmaya katılan öğretmen adayları ölçme araçlarındaki maddeleri içtenlikle ve gerçek düşüncelerini ifade edecek şekilde cevaplamışlardır.
3. Toplanan veriler gerçeği yansıtmaktadır.

1.7. Çalışmanın Sınırları

Bu çalışma,

1. 2018-2019 Eğitim-Öğretim yılında çalışmaya katılan ülkemizin kuzey batısında bulunan bir il merkezindeki Yüksek Öğretim Kurumu'na bağlı bir devlet üniversitesinin eğitim fakültesinin fen bilgisi eğitimi anabilim dalında öğrenim görmekte olan 30 gönüllü öğretmen adayı ile,
2. 2018-2019 Eğitim-Öğretim yılının ilk yarıyılında Fen Öğretimi Laboratuvar Uygulamaları I dersi kapsamında gerçekleştirilen etkinlikler ile,
3. Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği, STEM-A Farkındalık Açık Uçlu Anketi, Problem Çözme Ölçeği ve görüşme kayıtlarından toplanan veriler ile sınırlıdır.

1.8. Tanımlar

STEM Eğitimi: Barındırdığı disiplinleri birbirinden bağımsız dersler yerine, hayatın içinde olduğu gibi bütünleşmiş şekilde sunarak öğrencilerin içinde bulundukları evreni bir bütün olarak algılamasını, "iş hayatında çalışmaların nasıl yürütüldüğünü" ve "teknolojilerin nasıl kullanıldığını" anlamalarını sağlar (Dugger, 2010; Bybee, 2010).

Bilimsel Yaratıcılık: Bilimsel bilgi ve becerileri orijinal ve belirli sosyal veya kişisel değere sahip belirli bir ürün üretmek için kullanma kabiliyetidir (Hu ve Adey'den aktaran Avcı, 2017).

Problem Çözme Becerisi: Problem çözme becerileri bireyin hayata uyum sağlamasına yardımcı olan ve bireylerin yaşam zorluklarına karşı dirençli olmasını sağlayan eleştirel düşünme, karar verme, yaratıcı ve yansıtıcı düşünme gibi becerilerdir (Demirel, 2004).

BÖLÜM 2

GENEL BİLGİLER

Bu bölümde STEM eğitimi, bilimsel yaratıcılık, problem çözme becerisi, STEM farkındalığı ve STEM eğitiminin bu becerilere etkisine yönelik kavramsal bilgilerden bahsedilecek ve alanyazında yer alan öğretmen eğitiminde STEM uygulamalarına yönelik çalışmalardan örneklere yer verilecektir.

2.1. STEM Eğitimi

STEM kavramı dünyada 2001, ülkemizde ise 2012 yılından itibaren çokça bahsedilen ve ilgili kurumların müfredatlarında yer verilmeye çalışılan bir eğitim yaklaşımı olarak karşımıza çıkmaktadır.

"STEM eğitimi" ifadesi fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinde öğretme ve öğrenmeyi kapsamakta ve genel anlamda okul öncesinden doktora sonrasına kadar tüm akademik seviyelerde okul ve okul dışı öğrenme ortamlarındaki eğitim faaliyetlerini içermektedir (Gonzalez ve Kuenzi, 2012). Sanders (2009) bütünleştirilmiş STEM eğitimini "herhangi iki ya da daha fazla STEM disiplini arasında ve/veya bir STEM konusu ile bir ya da birden fazla ders arasında öğretme ve öğrenmeyi araştıran yaklaşım" olarak tanımlamaktadır.

Kennedy ve Odell (2014) STEM eğitiminin geleneksel fen ve matematik müfredatına "teknoloji" ve "mühendislik" disiplinlerinin aşılanması olmadığını ve STEM'in kendisini oluşturan parçalardan daha büyük bir öğretim yaklaşımı olduğunu ifade etmektedirler. Kennedy ve Odell'e göre STEM eğitimi dört disiplini (ve daha

fazlasını) tek bir uyumlu öğretme ve öğrenme yaklaşımına entegre ederek dört disiplin arasına inşa edilen geleneksel engelleri ortadan kaldırmaktadır. Bununla birlikte mühendislik bileşeni de çözümün kendisi yerine çözüm sürecine ve tasarımına odaklanmakta ve bu sayede öğrencilere matematik ve fen bilimlerini bireysel olarak keşfetmelerine imkan sağlarken, çalışma ve akademik hayatlarında da kullanabilecekleri eleştirel düşünme becerilerini geliştirmelerine de katkıda bulunmaktadır. Kennedy ve Odell STEM eğitiminde mühendisliği öğrencilerin keşif, araştırma ve problem çözmek için kullandıkları bir yöntem olarak görmekte ve teknolojinin de STEM eğitiminin diğer üç disiplininin daha derinden anlaşılmasını sağladığını ifade etmektedir. Böylece öğrencilerin eğitim teknolojileri ve bilgisayar destekli tasarım programları gibi uygulamalarla öğrendiklerini kullanmalarına ve STEM konularını daha ayrıntılı ve pratik bir şekilde keşfetmelerine olanak sağlanmaktadır.

Alanyazındaki STEM eğitimi tanımları incelendiğinde bu tanımların ortak noktaları; STEM eğitiminin disiplinler arası olması, disiplinlerden en az iki tanesinin bütünleştirilerek kullanılması, uygulamaların işbirlikli şekilde planlanması ve gerçek hayat problemlerine çözüm aramasıdır.

STEM fen, teknoloji, mühendislik ve matematiği bir arada ele alan ve teorik bilgilerin ürüne ve uygulamaya dönüştürülmesine imkân sağlayan bir öğretim yaklaşımıdır. İçinde bulunduğumuz çağın gereksinimlerini karşılayabilmek için çeşitli bilgi ve becerilerle donatılmış, üretken ve mühendislik alanında yetkin olabilecek bireylere ihtiyaç vardır. STEM yaklaşımı teknoloji ve mühendisliğe verdiği önemle disiplinler arası bakış açısı kazandırdığından ve günlük hayat problemleriyle bilgiyi somutlaştırmaya yardımcı olduğundan önemlidir (Akgündüz vd., 2015). Ulusal Akademiler 2017 yılında yayınladığı Rising Above the Gathering Storm (Amerika kalkınma planı) raporunda vurgulandığı gibi, öğrenciler modern ekonomik yaşamda var olabilmek için uyum sağlama, karmaşık iletişim, sosyal beceriler, rutin olmayan problem çözme, özyönetim gibi becerileri edinmelidirler. STEM müfredatı grup faaliyetlerini, laboratuvar araştırmalarını ve projelerini birleştirdiği ölçüde bireylerin temel 21. yy. yetkinliklerini geliştirmeleri ve kişisel sağlık, enerji verimliliği, çevre kalitesi, kaynakların verimli kullanımı ve milli güvenlik hakkında daha bilinçli kararlar alabilen vatandaşlar olmaları için onları hazırlama şansı sunmaktadır (Bybee, 2010).

STEM eğitimi öğrencilerin "iş hayatında çalışmaların nasıl yürütüldüğünü" ve "teknolojilerin nasıl kullanıldığını" anlamalarını sağlamalıdır (Bybee, 2010). Yapılan araştırmalar STEM eğitiminin ekonomi üzerinde de önemli bir etkisi olduğunu ortaya koymaktadır. Bu nedenle de Avrupa ve ABD gibi köklü ekonomiye sahip ülkelerin yanı sıra gelişmekte olan ülkelerde de STEM eğitiminde öğretme ve öğrenmeyi geliştirmek önemli bir etken haline gelmiştir. Modern ekonomiye sahip toplumlar her geçen gün nitelikli araştırmacılar ve teknisyenlere ihtiyaç duymaktadırlar (TÜSİAD, 2017).

Alanyazın çalışmalarına göre STEM eğitiminin iki temel amacı; STEM okuryazarlığı ve 21. yüzyıl yetkinlikleridir. Honey, Pearson ve Schweingruber (2014) alanyazına dayanarak STEM okuryazarlığını "*modern toplumda fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin rolleri hakkında farkındalık; her alandan en azından bazı temel kavramlara aşinalık; ve temel düzeyde uygulama akıcılığı (örneğin, bir haber raporundaki bilim veya mühendislik içeriğini eleştirel olarak değerlendirme, yaygın teknolojilerin temel sorun giderme işlemlerini gerçekleştirme ve günlük yaşamla ilgili temel matematiksel işlemleri gerçekleştirme becerisi)"* olarak özetlemektedir.

Bybee STEM okuryazarı bir bireyin özelliklerini aşağıdaki gibi tanımlamaktadır:

- Gündelik hayat ile ilgili soruları ve sorunları belirleme, doğal ya da tasarlanmış dünyayı açıklama ve STEM eğitimi ile ilgili konular hakkında delile dayalı sonuçlar çıkarma bilgi, tutum ve becerileridir.
- STEM disiplinlerinin belirgin özelliklerinin bilgi, sorgulama ve tasarım biçimi olarak benimsenmesidir.
- STEM disiplinlerinin maddi, bilimsel ve sosyal çevremizi nasıl şekillendirdiğinin farkındalığıdır ve
- Yapıcı, ilgili ve düşünceli bir vatandaş olarak STEM ile ilgili konulara ve bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarında katılımcı olma istekliliğidir (Bybee, 2013 s.101).

Nobel Ödüllü Fizikçi Leon Lederman ise, bilgiyi temel alan ekonomide STEM okuryazarlığını "*gelişip değişen teknolojinin yol açtığı değişiklikleri kabul etme ve bunlara uyum sağlama, eylemlerinin getireceği etkileri her yönüyle düşünerek tahmin etme, toplumun her kesimine karmaşık problemleri aktarabilme ve belki de en önemlisi*

bugün hayal bile edilemeyen sorunlara ölçülü ama yaratıcı çözümler bulmak" olarak tanımlamaktadır (National Governors Association, 2007, s. 3).

21. yy. Öğrenme Ortaklığı (Partnership for 21st Century Learning) (2015) 21. yy. yetkinliklerini üç ana grupta toplamıştır:

"• Öğrenme ve Yenilik Yetkinlikleri: Yaratıcılık ve Yenilik, İletişim, Problem Çözme Becerileri, İşbirliği.

• Bilgi, Medya ve Teknoloji Yetkinlikleri: Bilgi (information) Okuryazarlığı, Medya Okuryazarlığı ve Teknoloji Okuryazarlığı.

• Yaşam ve Kariyer Yetkinlikleri: Esneklik ve Uyum, Girişkenlik ve Özyönetim, Üretkenlik ve Yükümlülük, Sosyal ve Kültürlerarası Beceriler, Liderlik ve Sorumluluk."

Bu yetkinlikler 21. yüzyıla uyum sağlamak için gerekli olan becerilerdir. Bu bağlamda, 21. yy. yetkinlikleri karşılaşılan karmaşık problemlerde sahip olunan bilgi ve yeteneklerin problemin çözümünde etkili bir şekilde kullanılmasını sağlar. Bu bilgi ve yeteneklerin ne şekilde kullanılacağı STEM eğitimi ile öğrencilere kazandırılabilir (Bybee, 2013; Salinger ve Zuga, 2009). Böylece STEM eğitimi ile 21. yy. yetkinliklerini kazanan öğrenciler de ülkelerinin ekonomik değerlerine katkıda bulunarak küresel rekabet gücünde olumlu gelişmelerin yaşanmasında yardımcı olabilirler (Williams, 2011).

Fen bilimleri eğitiminin amaçları; öğrencilere yaratıcı ve eleştirel düşünme becerisi kazandırma, öğrencinin kendisini ve yaşadığı dünyayı anlamlandırmasına yardımcı olma, işbirliği içinde çalışmasına ve dolayısıyla sosyal beceriler kazanmasına fırsat sunma, teknoloji ile ilgili olumlu deneyimler kazanmasına katkıda bulunma olarak özetlenebilir (Yağbasan ve Gülçiçek, 2003). Bu amaçla, fen eğitimcileri öğrencilerine gerçekçi, düşündürücü problemlerle meşgul eden, başkalarıyla birlikte çalışan ve gerçek dünya problemlerine çözüm bulmada bilgi, beceri ve yaratıcılıklarını uygulayan öğrenme deneyimleri sunabilmelidir (Siew, Amir & Chong, 2015). STEM eğitiminin öğrencilerin mantıksal düşünmelerini sağlayarak özgüvenlerinin arttığını belirten Morrison (2006) bu yaklaşımın öğrencilerin teknolojinin çalışma prensiplerini özümsemelerinde katkısı olduğunu belirtmiştir. Alanyazına göre STEM eğitimi uygulamaları öğrenciler üzerinde motivasyon, dikkat çekme, bilimsel süreç becerileri ve psikomotor becerileri geliştirme, yaratıcılığı ve üretkenliği geliştirme, olumlu tutum kazandırma, fen bilimleri derslerini

etkili ve eğlenceli geçirmelerini sağlama, başka alanlarda da başarı getirme ve sorumluluk bilinci kazandırma, bilgi öğrenme, beceri ve duyuş kazanma, kariyer bilinci kazanma, bilim toplum ilişkisi kazanma, yaratıcı düşünme, problem çözme, işbirlikli çalışma, araştırma ve sorgulama becerisi, analitik düşünme, eleştirel düşünme, günlük problemlere farkındalık kazanma gibi olumlu etkilere sahip olacaktır (Hacıoğlu, Yamak ve Kavak, 2016). STEM eğitiminin öğretim programlarına dahil edilmesi ve doğru şekilde uygulanmasının fen eğitiminin ana amaçlarını karşılamakta önemli bir destekçi olacağı yapılan çalışmalarda açıkça görülmektedir.

Dünya'da gelişmiş ve gelişmekte olan bir çok ülke STEM yaklaşımını eğitim politikalarına dahil etmişlerdir. Amerika Birleşik Devletleri'nden Brezilya'ya, Rusya'dan Çin'e ve Avrupa Birliği ülkelerine kadar bir çok ülke STEM eğitiminin öğretim programlarına dahil edilmesi ile ilgili raporlar yayınlamışlardır. Bu çalışmaların bazı ortak noktaları olduğu dikkat çekmektedir. Bu ortak noktalar:

- STEM eğitiminin anaokulundan üniversiteye kadar devam edebilmesi;
- STEM öğretmen sayısı ve niteliği konusunda yaşanan zorluklar;
- Üniversitelerin öğretmen eğitiminde yeni modeller geliştirmekte zorlanmaları ve görev yapan öğretmenlerin STEM eğitimine olan inançları, yaklaşımları hizmet içi eğitimler konusunda yaşanan sıkıntılar;
- Tüm öğrencilere kaliteli STEM eğitiminin ulaştırılamamasıdır (Aydeniz ve Bilican, 2018).

STEM eğitiminin ülkelerin öğretim programlarında yer almasıyla birlikte öğretmen politikaları da STEM eğitimine uygun hale dönüştürülmeye başlamıştır. Eğitim fakültelerinin lisans programları STEM eğitiminin hedefleri doğrultusunda disiplinler arası olarak düzenlenmeye başlanmıştır (Karahan, 2018). Öğretmen yetiştirme programlarının STEM eğitimine uygun hale getirmek için Bybee (2014) üç farklı yöntem önermiştir:

- Kullanımda olan program bileşenlerinin yenilenmesi: Mevcut programın incelenip, belirlenen bileşenlerde düzenlemeler yapılması.
- Kullanımda olan program bileşenlerinin değiştirilmesi: Öğretmen adaylarına ve öğretmenlere STEM eğitimini tanımalarını sağlayacak deneyimler yaşatan STEM birimlerinin programa dahil edilmesi.

- Fen öğretmeni eğitimi programında reform: Mevcut programın değiştirilmesi ve STEM eğitimi ile uyumlu biçimde yeniden tasarlanması.

Ülkemizde ise 2015 yılı ve öncesinde STEM eğitimi ile ilgili Millî Eğitim Bakanlığının bir çalışması olmamıştır. MEB ilk kez 2015-2019 Stratejik Planında STEM eğitiminin güçlendirilmesine yönelik hedeflere yer vermiştir. Ayrıca MEB tarafından STEM Eğitim Raporu (MEB, 2016), STEM Öğretmen Eğitimi El Kitabı (MEB, 2017), Öğretim Programları (MEB, 2018) gibi rapor ve programlar yayımlanmıştır. Bunların yanı sıra Stem & Makers Fest Expo her yıl düzenlenmektedir. Expo'da çeşitli üniversitelerden katılan araştırmacıların hazırladıkları konferans, etkinlikler ve öğretmenlere, öğretmen adaylarına yönelik atölyeler, projeler ve eğitimler yapılmaktadır. Ayrıca Türkiye'de bazı illerin milli eğitim müdürlüklerinde kurulan Ar-Ge merkezlerinde STEM eğitimine yönelik çalışmalar yürütülmektedir.

YÖK de 2018 yılında fen bilgisi öğretmenliği lisans programını güncelleyerek STEM yaklaşımını bu programa Disiplinler arası Fen Öğretimi adı altında dahil etmiştir. Ayrıca bazı üniversiteler, özel okullar ve iş dünyasından bazı kurumların STEM eğitimi ile ilgili birçok çalışması vardır: Hacettepe Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik Eğitimi ve Uygulamaları Laboratuvarı, ODTÜ Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik Eğitimi Uygulama ve Araştırma Merkezi, Özyeğin Üniversitesi STEM Akademi, STEM&- Makers Fest Expo etkinlikleri, İstanbul Aydın Üniversitesi STEM Okulu ve STEM Öğretmeni Programı, Bahçeşehir Üniversitesi BAUSTEM, TÜSİAD STEM+A Projesi bunlardan bazılarıdır. STEM yaklaşımı ve eğitimi Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumunun (TÜBİTAK) da gündeminde yer almaktadır. Kurumun bu kapsamda farklı proje çağrılarında STEM eğitimini destekleyici etkinliklere yer verdiği görülmektedir (Altunel, 2018).

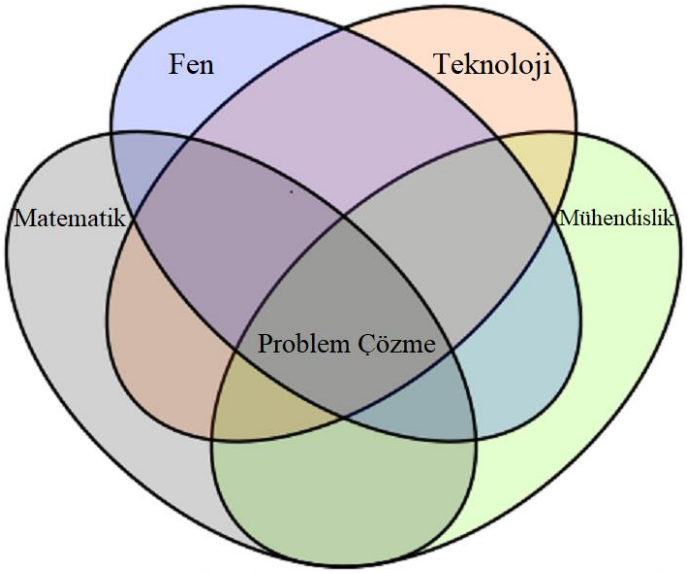
2.2. Problem Çözme Becerisi ve STEM

Problem çözme bir soruna çözüm üretmek için geçmiş deneyimler yardımı ile belli adımları takip ederek uygulamanın ötesinde yeni ve farklı çözüm yolları bulabilme olarak tanımlanabilir (Korkut, 2002). Problem çözme becerisinin bilişsel, duygusal ve sosyal olmak üzere üç boyutu vardır. Bilişsel boyut; bireylerin problemin farkında olmasını, problemi tanımlamasını, farklı çözüm yolları üretmesini ve bu çözüm

yollarından en uygun olanına karar vermesini kapsar. Duygusal boyut; bireyin kendi duygularının farkında olmasını, iletişimde olduğu kişi ile empati kurmasını ve sonucunda uygun tepki vermesini sağlamaktadır. Sosyal boyut ise bireyin yaşadığı soruna ilişkin geçmiş deneyimlerini gözden geçirmesini, ön bilgilerini yoklayarak şu an yaşadığı problemde kullanılabileceklerini ayırt etmeyi kapsar (Sonmaz, 2002). Dewey problem çözme sürecinin adımlarını problemi tanımlama, analiz etme, çözüm için ölçüt belirleme, çözümler önerileri sunma, çözümleri değerlendirme, uygun çözümü belirleme ve çözümü uygulamaya dökme olarak sıralamıştır (Dewey 1933'ten aktaran Karademir, 2017).

Problem çözme becerileri doğuştan gelse de bu beceriler hayatın içinde görülen eğitim ve edinilen tecrübeler ile gelişirler (Çağlayan, 2007). Ayrıca problem çözme becerileri yüksek olarak belirlenmiş öğrenciler ile yapılan çalışmalarda, öğrencilerin yaratıcı düşünme becerilerinin ve öz güvenlerinin gelişmiş olduğu, bir problemi çözüme ulaştırma konusunda motive oldukları görülmüştür (Dow ve Mayer, 2004). Bunun için hazırlanacak öğretim programları öğrencilerin bireysel farklılıkları ve gelişim düzeyleri göz önüne alınarak öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirebilecekleri aktiviteler içermelidir.

STEM eğitimi bir problemi bütünüyle ele almayı, çözümler geliştirmeyi ve STEM disiplinlerinin birlikte nasıl çalıştıklarının farkındalığını geliştirmeyi içerir. En basit hali ile fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin kesişimidir. Problem odaklı ve öğrenci merkezlidir (Howard-Brown ve Martinez, 2012).



Şekil 2.1. STEM disiplinleri kesişimi Howard-Brown & Martinez (2012)'den uyarlanmıştır.

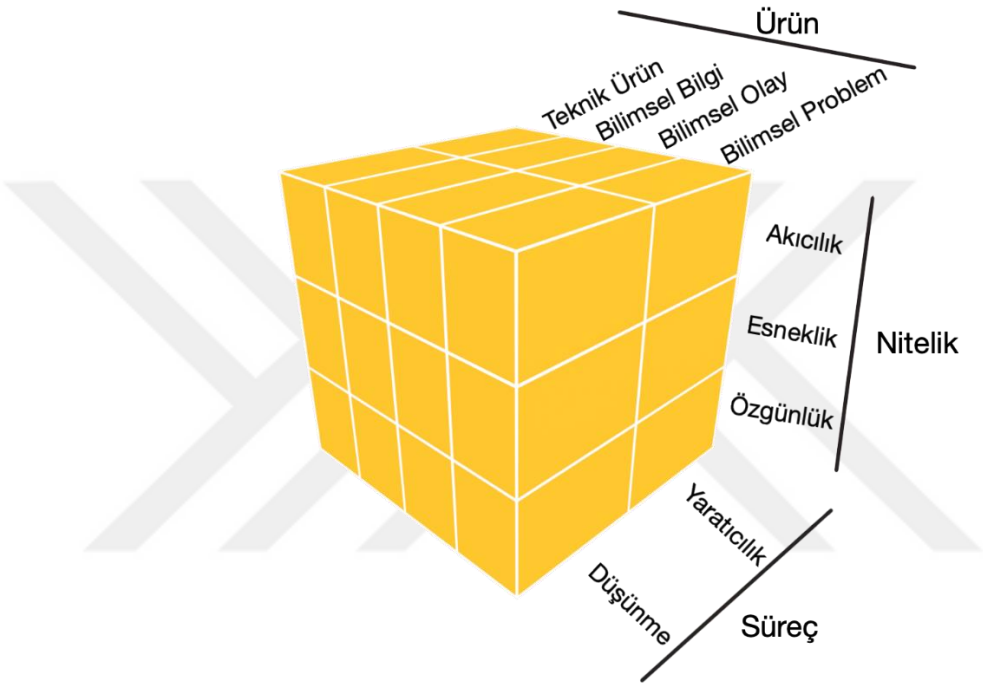
Şekil 2.1'de görüldüğü üzere fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinleri problem çözme ortak noktasında kesişmektedir. STEM eğitiminde ders planının merkezinde bir bilgi temelli hayat problemi yer almaktadır. Bu problemler 21.yy. toplumunun deneyimlediği karmaşık ve dinamik problemlerdir (Corlu, 2017). Bu sayede öğrencilerin problem çözme yöntemlerini benimsemelerini sağlar (Roberts, 2012).

2.3. Bilimsel Yaratıcılık ve STEM

Yaratıcılık bilinmeyene açılan bir kapı ya da yeni bir düşünce yolu çizmek, probleme farklı seçenekler sunmak, başka şeylere yol açabilecek bir şey keşfetmek, fikirler arasında bir ilişki kurmak veya yeni, özgün bir fikir üretmektir. Yani, yaratıcılık bilinenin dışına çıkmaktır (Rıza, 2001). Toplumların gelişip ilerlemeleri, sürekli değişen dünya düzenine ayak uydurabilmeleri, yeniliklerden geri kalmamaları o toplum içindeki bireylerin yaratıcılıkları ile bağlantılıdır (Şahin, 2003).

Bugüne kadar geliştirilen fen bilimleri öğretim programlarında öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerinin ve bilimsel yaratıcılıklarının geliştirilmesi önemsenmektedir. Öğrencilerin yaratıcılık düzeylerini arttırmak için fikirlerinin ve hayal güçlerinin artmasına yönelik çalışmalar yapılmalıdır. Bunun için de öğrencilere araştırma ve sorgulama yapabilecekleri ortamlar sunulmalıdır (Jang, 2009).

Bilimsel yaratıcılık yaratıcı bilimsel problem üretmek ve bu problemlere çözüm geliştirmek, yaratıcı bilimsel etkinlikler ve yaratıcı deneyler ile ilgilendiği için araştırmacılar tarafından yaratıcılıktan farklı bir terim olarak ortaya atılmıştır (Avcı, 2017). Hu ve Adey (2002) tarafından bilimsel yaratıcılığı tanımlamak adına geliştirilen model Şekil 2.2'de gösterilmiştir.



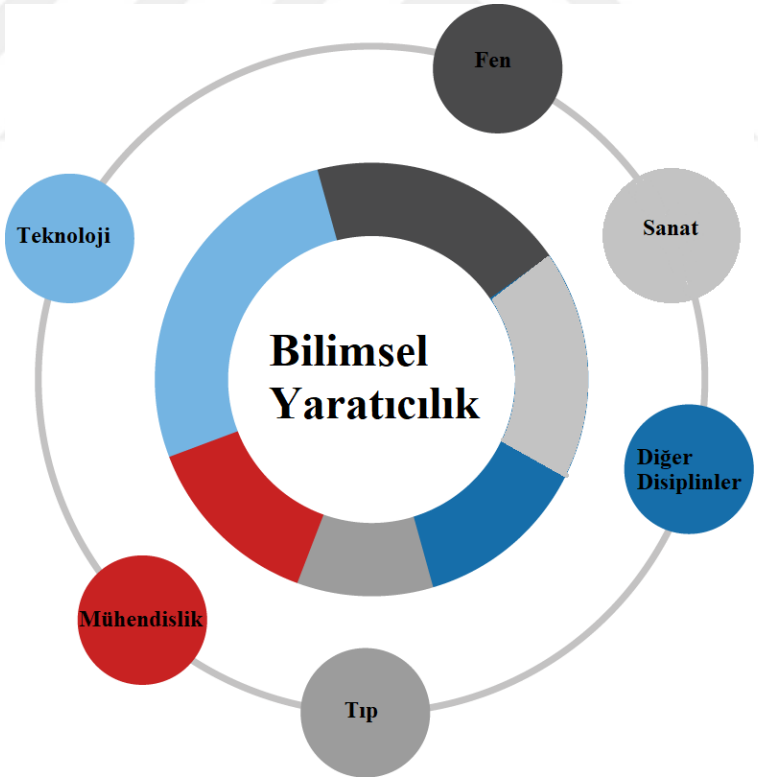
Şekil 2.2. Bilimsel yaratıcılık modeli (Hu ve Adey'den (2002, s.391) uyarlanmıştır).

Bilimsel yaratıcılığın nitelik boyutlarını Rıza (2001) aşağıdaki gibi tanımlamıştır.

- Akıcılık; bir probleme birden fazla çözüm üretmek olarak tanımlanabilir. Belirli bir zaman aralığında uzmanlar tarafından kabul edilebilecek daha çok fikir, cevap ve alternatif üretmektir.
- Esneklik; bir nevi olaylara farklı açılardan bakmaktır. Fikirlerin çeşitlilik içermesidir. Düşüncede ve yapılan işlerde çeşitliliktir. Aynı zamanda farklı tür, grup, sınıf, aile, sıra ve kategorilerde üretilmiş fikirleri, cevapları ve alternatifleri ortaya koymaktır.

- Özgünlük; yenilik, belirli bir alanda inovasyon veya yeni, dahiyane ve benzersiz bir şey üretmektir. Bir fikir bir soruya cevap olduğunda, bir proje için plan yapıldığında veya yeni ve istatistiksel olarak nadir görülen bir problemi çözdüğünde özgündür. Konuya farklı bir açıdan bakılıyorsa ve olağandışı bir şeyi yansıtıyorsa o fikir özgündür.

Bilimsel yaratıcı düşünme, bilim, teknoloji ve sanat alanlarında disiplinler arası, yenilikçi bir bakışla probleme çok sayıda, çeşitli ve özgün çözümler üretmeyi içerir. Dolayısıyla bilimsel yaratıcılık hem bir alana özgü hem de farklı disiplinlerin estetik bir bakış açısıyla aynı noktada buluşmasını sağlayan çok boyutlu ve donanımlı bir alandır (Demir, 2014). Hacıoğlu (2017)'a göre bilimsel yaratıcılık bilim disiplini ile doğrudan bağlantılı olsa da bilimsel problemlerin doğası gereği bilimsel yaratıcılık da sadece tek bir disiplin bilgisi ve becerisi ile geliştirilemez. Bu düşünceden yola çıkarak Hacıoğlu (2017) bilimsel yaratıcılığın diğer disiplinler ile ilişkisini Şekil 2.3.'teki gibi tanımlamıştır.



Şekil 2.3. Bilimsel yaratıcılığın diğer disiplinlerle ilişkisi Hacıoğlu (2017)'den uyarlanmıştır.

Dünyada söz sahibi olan ülkeler küresel rekabette önde olabilmek amacıyla sorunlara yaratıcı çözümler sunabilen nitelikli STEM mezunlarına ihtiyaç duymaktadır (Kanematsu ve Barry, 2016). STEM yaklaşımının benimsendiği programlarda dersin ve dolayısı ile uygulamaların, öğrencilerin yaratıcılığını açığa çıkaracak şekilde planlanması oldukça önem taşımaktadır. Bunu yapmak için, bir ülkenin orta öğretim sonrası düzeyde yaratıcı STEM öğrencilerine ihtiyacı vardır. Bu nedenle, çocukları STEM konuları (bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik) ile tanıştırmak ve bu alanlarda çalışmalar yapmaya motive etmek çok önemlidir. Öğrencileri yaratıcı ve motive olmuş şekilde yetiştirmenin en iyi yolu ise öğretmenlerin yaratıcı, esnek, açık fikirli ve sakin bireyler olması gerekmektedir (Kanematsu ve Barry, 2016). Dolayısıyla öğretmen eğitiminde bilimsel yaratıcılığı geliştirmek, geliştirmeyi öğretmek ve etkilerini incelemek önemlidir.

2.4. STEM Farkındalığı

STEM farkındalığı, bireylerin ilgi ve algılarının STEM eğitimi üzerine yoğunlaştırılması ile bu alandaki bilinç düzeylerinin arttırılmasıdır (Buyruk ve Korkmaz, 2016). Özellikle STEM disiplinleri öğretmenlerinin STEM farkındalığı, STEM okuryazarlığı, STEM öğretimine yönelik algıları STEM eğitiminin uygulanmasında doğru adımların atılmasında büyük değer taşımaktadır. Bir konuda farkındalığın artması ile o konuda tutum ve davranışların da geliştiği görülmektedir (Hutton ve Baumeister, 1992). STEM okuryazar toplumu oluşturmak okullarda STEM okuryazarı öğretmenler yetiştirmek ve öğrencileri bu şekilde eğitmekle başlar. STEM alanlarının eğitim bağlamında bütünleştirilmesi ve STEM okuryazarı bir toplum oluşturulması bu yüzyılda oldukça önemlidir. STEM disiplinlerini anlamak için fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin benzer yönlerini, farklılıklarını ve ortak yönlerini sorgulamak gerekir. STEM'in ne demek olduğunun farkında olmak STEM disiplinleri arasındaki ilişkilerin farkında olmaktır. Bu farkındalık hem teoride hem de pratikte kendini göstermelidir.

2.5. STEM ve Öğretmen Eğitimi

Öğretmenler sınıflarında oluşturdukları ortam ile öğrencilerin hayatlarında büyük farklar yaratacak etkiye sahiptirler. Her öğretmenin her öğrencinin hayatında mucizevi bir etki bırakması gerçekçi değildir. Ancak birçok kişi bir alana olan eğiliminde, yaşam

boyu öğrenme becerileri kazanmasında veya yaşadığı bir sorunu çözmekteki kararlılığında bir öğretmenin payı olduğunu dile getirmektedir (Hutchison, 2012'den aktaran Kara, 2018). Kara'ya göre öğrencilerin eğitim yaşamları boyunca nitelikli öğretmenlerden eğitim almamaları onların olumsuz öğrenme deneyimi yaşamalarına neden olacaktır.

STEM eğitiminin öğretim programlarına dahil edilmesi ve ülkelerin STEM eğitimine verdiği önem göz önünde bulundurulduğunda öncelikle planlanması gereken öğretmen ve öğretmen adaylarının STEM eğitimine uygun bir ders planı hazırlamak, sunmak vb. gibi konulara nasıl hazırlanacağıdır. STEM eğitimi uygulamaları dikkatli bir planlama gerektirir ve öğretmenlere dersleri bütünleşik olacak şekilde nasıl planlayacakları ve aktaracakları öğretilmelidir (Furner ve Kumar, 2007).

21. yy. öğrencileri bilgiye rahatlıkla ulaşarak bu bilgileri düzenleyebilecek öğrencilerdir. Bu sebeple öğretmen ve öğretmen adayları "öğretmeyi öğrenme" konusunda yetkin olmalıdır. Bu öğretmen adaylarına konuların teorik şekilde aktarımı ile gerçekleştirilemez. Öğretmen adayları deneyimlerini karşılaşacakları problemlerle ilişkilendirebilmeli ve karşılaşacakları problemleri nasıl çözebileceklerini düşünebilmelidir (Yüksel, 2015). Bu sebeple öğretmen eğitimi üzerine geliştirilmiş modeller öğretmen eğitiminin niteliği için önemlidir.

Öğretmen adayları öğretim yöntemleri dersleri sırasında STEM eğitimini ve bunu nasıl öğretecekleri konusunda bilinçlendirilmeli ve adaylara uygulamalı olarak STEM dersleri tasarlama ve öğretme fırsatları sağlanmalıdır. Akademisyenler matematik ve fen bilimleri bölümünde öğretim yöntemleri dersi için ortak STEM eğitimi ünitesi ekleyerek işbirlikli ve bütünleşmiş bir model oluşturabilirler. Hizmet öncesi eğitim programlarını STEM bakış açısıyla düzenlemek öğretmen adaylarının işbirlikli çalışma, disiplinler arası entegrasyon anlayışını biçimlendirecek ve STEM eğitimini tanımlamalarına ve benimsemelerine fayda sağlayacaktır. Bunun sonucunda ise gelecekteki öğrencileri için STEM disiplinlerini anlamlı ve doğru bir biçimde nasıl entegre edeceklerine dair bir anlayış oluşturacaktır (Bartels, Rupe & Lederman, 2019).

Kearney (2015)'e göre; STEM eğitimi öğretmenlerinin sorumlulukları genel olarak aşağıdaki gibi olmalıdır:

"•STEM eğitimi ile ilgili etkinlikleri proje tabanlı öğrenme yöntemi ile uygulamak

•STEM eğitimi ile ilgili mesleki gelişim programlarına katılmak

•Eğitsel materyalleri, öğretim programlarının amaçları doğrultusunda geliştirmek ve kullanmak

•Öğrenmeyi; yaratıcılığı, işbirliğini ve teknoloji kullanarak geliştirmek

•STEM eğitimi uygulamalarının, kullanılması ve değerlendirilmesi için okul yönetimiyle birlikte çalışmak

•STEM eğitimi ile ilgili etkinlikler düzenlemek, geliştirmek ve koordine etmek

•STEM alanındaki girişimler ve eğitsel konularda öğretmenlere rehberlik etmek

•Öğrencilerin öğrenme deneyimlerini, uygun kaynaklarla destekleyerek geliştirmek

•STEM görüşüne yeni program ve projeler geliştirmekte öncü olmak

•STEM eğitimi ile ilgili sonuçları ve etkinlikleri sosyal medya üzerinden paylaşmak

•Fen eğitiminde kullanılacak materyallerin dijital uyarlamalarını hazırlamak" (akt: MEB, 2016)

2.5.1. Öğretmen, Öğretmen Adayları ve STEM Eğitimi Üzerine Yapılan Çalışmalar

Öğretmen ve öğretmen adaylarının bir yaklaşım hakkındaki görüşleri bu yaklaşımı derslerinde kullanma eğilimleri ve yaklaşımı kullanmaktaki kaygıları vb. hakkında fikir edinmemizi sağlar. Bu bakımdan öğretmen ve öğretmen adaylarının görüşlerinin incelenmesi önemlidir.

Alanyazında öğretmenler ile görüşmelerin yapıldığı çalışmalarda en temel sonucun öğretmenlerin STEM eğitimi ve STEM temelli ders etkinlikleri ile ilgili olumsuz düşüncelerinin bulunmadığı rapor edilmektedir. Aşağıda STEM eğitimi ve öğretmenler ile ilgili yapılmış bazı çalışmalar özetlenmiştir.

Cotabish vd. (2013) yaptıkları çalışmada STEM öğretmenlerinin mesleki gelişiminin öğrencilerin öğrenmeleri üzerine etkisini araştırmış ve 1 yıl süren bu

çalışmada öğretmenlerin içerik bilgisinin ve kaliteli öğretimin öğrencilerin içerik bilgisini yansıttığı sonucuna ulaşmışlarıdır.

Öğretmenlere hizmet içi eğitimler verilmesi gerektiğini söyleyen Hacıoğlu, Yamak ve Kavak (2016) eğitimlerde öğretmenin sınıfta gizli otorite olması gerektiğinin vurgulanmasını ve öğretmenlere alternatif ölçme ve değerlendirme yöntemlerinin tanıtılmasını dile getirmişleridir.

Grubbs, Love, Long & Kiterell (2016) tarafından mühendislik ve fen eğitimi entegrasyonu üzerine yürütülen çalışmadan elde edilen bulgulara göre, fen bilgisi öğretmenlerine diğer disiplinlerden bağımsız olarak STEM eğitimini nasıl uygulayacaklarını öğretmek yerine öğretmenlerin mühendislik ve fen bilimleri işbirliği ile öğretmeye teşvik edilmelidir. Araştırmacılar tarafından mühendisliği fen eğitimine dahil etmenin öğrenciler için birçok yararı olmasına karşın STEM eğitiminin doğru uygulandığından emin olunmasının çok önemli olduğu ve mühendislik eğitimcilerinin malzeme ve araç konusundaki uzmanlığının öğrencilerin daha zengin bir fen ve mühendislik öğrenme deneyimi sağlamasına olanak tanıyacağı ileri sürülmektedir.

13 eğitimci ile görüşmeler yapan Sandall, Sandall ve Walton (2018), "Bütünleşik bir STEM eğitiminin uygulanmasında hangi kritik faktörler gereklidir?" sorusunun cevabını araştırmışlardır. Çalışmada katılımcıların bütünleşik STEM eğitimi programlarının oluşturulması ve uygulanması için gerekli olduğunu düşündükleri kriterleri belirlemişlerdir. Bu kriterlerden birinin eksikliğinde STEM eğitiminin tamamlanması olanaksızdır. Belirlenen kriterler; konu entegrasyonu, proje tabanlı öğrenme ve tasarım tabanlı eğitim, STEM içeriği, mesleki gelişim, zaman, geleneksel olmayan değerlendirme, işbirliği, isteklilik, gerçek, ilgili ve anlamlı deneyimler, liderlik, iş, sanayi ve insanların dış desteği, fikir birliği. Belirlenen bu kriterler kendi toplamlarından daha büyük ve daha anlamlı bir şey üretmek için bir araya gelirler. Öğretmenler ders planını hazırlarken bütünleşik STEM eğitimi sürecinin parçalarının birbirine bağlı olduğunu unutmamalı ve planda eksik görüldüğünde bileşenlerden birinin zayıflığı/eksikliği nedeniyle olabileceği sorgulanmalıdır. Çalışmaya katılan öğretmenler kriterlerin birbirine bağlı olma durumunu STEM eğitiminin uygulanmasında zorlayıcı bulduklarını dile getirmişlerdir. Bu noktada araştırmacılar STEM eğitimini uygulamak için öğretmenlerin birçok farklı öğretim stratejisi, öğrenme stili ve öğrenme yöntemi

konusunda donanımlı olması gerektiğini vurgulamışlar ve bu zorlukları iyi bir plan hazırlama ve liderlikle aşabileceklerini belirtmişlerdir.

Alanyazında öğretmen adayları ile yapılan çalışmalar incelendiğinde adayların genel olarak STEM eğitimine olumlu bakış açıları geliştirdikleri, meslek hayatlarında kullanımın öğrencileri için olumlu etkileri olacağı ve kendilerini STEM uygulamalarında yeterli hissedebilmek için eğitim hayatlarında STEM uygulamalarına yer verilmesi gerektiği yönünde geri bildirimde bulundukları söylenebilir. Aşağıda STEM eğitimi ve öğretmen adayları ile ilgili yapılmış bazı çalışmalardan özetler sunulmaktadır.

Fen bilgisi öğretmen adayları (N=83) ile Fen Bilgisi Laboratuvarı dersinde STEM eğitim ve Mühendislik Uygulamaları yapan Yıldırım ve Altun (2015) bu yaklaşımın derse etkisini incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda deney grubunun öğrenme düzeylerinde anlamlı bir artış tespit edilmiştir. Deney ve kontrol gruplarının sontest puanları karşılaştırıldığında deney grubu lehine anlamlı bir fark olduğu görülmüştür. Araştırmacılar tarafından STEM eğitimi ve Mühendislik Uygulamalarının yer aldığı laboratuvar dersinin öğrenme düzeyini arttırmada normal sürecinde devam eden kontrol grubuna göre daha olumlu bir etki bıraktığı ileri sürülmüştür.

Fen bilgisi ve ilköğretim matematik öğretmeni (N=128) adayları ile yaptıkları çalışmada Yenilmez ve Balbağ (2016) öğretmen adaylarının STEM eğitimine yönelik tutumlarını incelemişlerdir. Genel olarak öğretmen adaylarının tutumları olumlu yönde bulunmuştur. Kadın ve erkek öğretmen adaylarının STEM eğitimine yönelik tutumları arasında sadece mühendislik bileşeni açısından anlamlı bir fark tespit edilmiştir. Erkek öğretmen adaylarının STEM eğitiminin mühendislik bileşenine yönelik tutumunun daha olumlu olduğu belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının branşları ve STEM eğitimi tutumları karşılaştırıldığında ise Fen Bilgisi öğretmen adaylarının İlköğretim Matematik öğretmen adaylarına kıyasla daha olumlu bakış açısına sahip oldukları görülmüştür.

Disiplinler arası STEM eğitimi konusunda hizmet öncesi eğitim veren Çınar, Pırasa, Uzun & Erenler (2016) eğitimin sonrasında fen bilgisi öğretmen adaylarının disiplinlerarası ilişki perspektifindeki değişimi araştırmayı amaçlamışlarıdır. Öntest sonuçlarına göre, katılımcılar STEM eğitiminden önce fen eğitimini bir kaç disiplinle ilişkilendirebilmişlerdir. Sontest sonuçlarına göre ise, fen bilimleri ile ilgili alanların sayısının azalmasına rağmen, matematik, teknoloji ve mühendislik gibi belirli alanlarla

ilişkilerin sayısında fark edilir bir artış olduğu bildirilmiştir. STEM eğitiminden önce öğretmen adayları fen bilimlerini gelecekteki sınıflarında sadece matematikle öğretmeyi düşünürlerken, STEM eğitiminden sonra matematik, teknoloji ve mühendislik ile öğretmeyi düşündüklerini belirtmişlerdir. Ayrıca, hemen hemen tüm öğretmen adayları sınıflarında fen bilimlerinin diğer disiplinlerle ilişkisinden faydalanmayı düşünmektedir. Bu ilişkinin öğrencilerin hem bireysel hem de sosyal gelişimi için yararlı olacağını düşündüklerini belirtmişlerdir.

Etkili ve başarılı bir STEM eğitimi için nitelikli öğretmen yetiştirilmesinin gerekliliğini vurgulayan araştırmacılar en önemli noktanın STEM Öğretmen Eğitimi Programlarının bu amaçla hazırlanması gerekliliğini vurgulamışlardır. STEM Öğretmen Eğitimi Programlarının temel bileşenlerini;

1- STEM İçeriği,
2- STEM Eğitimine Özgü Pedagojik Eğitim,
3- Kavramsallaştırma

olarak tanımlayan Radloff ve Guzey (2016), öğretmen adaylarının STEM eğitimine yönelik kavramsallaştırmaları üzerine literatürde yeterli çalışma yapılmadığını fark etmişlerdir. STEM öğretmen adaylarının STEM eğitimi ile ilgili kavramlarını keşfetmek için adaylara hem metin hem de görsel yanıtlar içeren 12 sorudan oluşan açık uçlu bir anket uygulamışlardır. Genel olarak sonuçlar STEM eğitiminin öğretmen adaylarının öğrenme kavramlarında büyük bir farklılaşma olduğunu göstermiştir. Yanıtlarda ortak noktalar olsa da (örneğin, birbirine bağlı görselleştirmeler), yeni görselleştirmeler de bulunmuştur. Bu sonuç genel olarak tüm seviyelerdeki eğitimcilerin ve araştırmacıların bu konuda ne düşündüklerini anlama ihtiyacını ortaya koymuştur. Araştırmalar birçok ulusal öğretmen adayı yetiştirme programında daha etkili bir STEM eğitimi gerektiği sonucuna varmaktadır. Hızlı görselleştirmeler gelecekteki STEM eğiticileri için STEM bilgisinin daha iyi kullanılmasını sağlayacak etkili görseller sunmaya yardımcı olabilir. Etkili pedagojik çalışmalar ile birlikte STEM görselleştirmelerinin birleşmesi gelecekteki STEM öğretmenlerinin gelişimine büyük ölçüde katkı sağlayacaktır. STEM eğitimini çevreleyen zengin metinsel tanımlar olsa bile, STEM eğiticilerine açıkça ve tam anlamıyla yol gösterecek şekilde seçenekler sunulmalıdır (Radloff ve Güzey, 2016).

Öğretmen adaylarının öğretim yöntemleri dersinde bir STEM eğitimini nasıl uygulayabileceklerini deneyimlemeleri amacıyla Schmidt ve Fulton (2016) bir model örneği sunmuşlardır. Bu modelde sorgulayıcı-araştırmaya (inquiry) dayalı olarak tasarlanmış olan ayın evreleri etkinliğinde öğretmen adaylarının konu ile ilgili bilimsel kavramlarını ve teknoloji okur-yazarlığını geliştirmek için teknolojiyi anlamlı bir şekilde entegre ederek hızlı bir prototip oluşturma öğretimsel tasarım yaklaşımını (Rapid Prototyping –RP- Instructional Design Approach) kullanmışlardır. Uygulama sonucunda bu eğitimin öğretmen adaylarının öğrenme deneyimleri üzerine etkisini incelemişlerdir. Araştırmacılar elde ettikleri verilere dayalı olarak öğretmen adaylarının sorgulayıcı-araştırmaya dayalı öğrenme ve öğretme konusunda bir eğitime gerek olduğunu belirtmişlerdir. Doğru bir teknoloji entegrasyonu anlayışı geliştirmelerine yardımcı olabilmek için de etkili ve etkisiz teknoloji kullanımının açık bir şekilde örneklerle sunulmasına ihtiyaçları olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca, sorgulayıcı-araştırmaya dayalı bir uygulamanın hızlı prototipleme yaklaşımı ile bir STEM uygulamasına başarılı bir şekilde dönüştürüldüğünü, ancak dijital eğitim materyallerinin kullanımının da zarar görmesine neden olduğunu belirtmişlerdir.

Nawikowski (2016) tarafından da ortaokul düzeyinde öğretmen yetiştirme programındaki disiplinler arası matematik ve fen öğretimi dersi sürecinde öğretmen adaylarının 6 STEM etkinliği içeren modül ile ilgili olarak deneyimleri incelenmiştir. Katılımcılar bu modül içerisinde her hafta (a) problem temelli öğrenme (b) yaratıcı düşünme (c) mühendislik tasarımı (d) STEM problemi tanımlama ve ders oluşturma görevlerini içeren dört farklı STEM deneyimlerini gerçekleştirmişlerdir. Araştırmacı tarafından modül ilerledikçe bütün katılımcıların STEM tanımında STEM'in disiplinler arası doğasının yer aldığı ve öğretmen adaylarının STEM eğitimine yönelik öz-yeterliliklerinin arttığı tespit edilmiştir.

STEM eğitiminin öğrenciler üzerindeki etkilerini öğretmen adayları yeni bilgi öğrenmede, eski bilgi hatırlamada, disiplinlerarası bakış açısı kazandırmada, pekiştirme ile kalıcı öğrenmede, konuları günlük hayatla ilişkilendirmede, karşılaşılan problemleri sorgulayıcı yaklaşım ile ele almada (Çelikkıran ve Günbatar, 2017), uzamsal ve psikomotor becerileri geliştirmede, işbirlikli öğrenmeye teşvik etmede, etkili ve kalıcı öğrenmede, derse olumlu tutum geliştirmede, düşünmeye teşvik etmede, yaratıcılığı

geliştirmede, sosyalleşmede, geleceklerini yönlendirmede (Çınar vd., 2016) katkı sağlayacağını düşünmüşlerdir.

Alanyazında bazı araştırmacılar tarafından STEM eğitimi uygulamalarına katılan öğretmen adaylarının karşılaştıkları zorluklar incelenmiştir. Bu araştırma sonuçlarına göre öğretmen adayları STEM eğitimi uygulamalarının zorluklarını malzeme temini, zaman yönetimi, uygun yöntem ve teknik belirleme (Çınar vd., 2016), tasarımı gerçekleştirme, malzeme seçimi (Çelikkıran ve Günbatar, 2017) olarak belirtmişlerdir. Ensari (2017) fizik öğretmen adaylarıyla yaptığı çalışmada ise öğretmen adaylarının malzeme temini ve etkinliklerde kullanılacak yönergeleri hazırlamada zorluk çekmediklerini gözlemlemiştir. Öğretmen adaylarının STEM eğitimi ile ilgili görüşlerinin incelendiği çalışmalarda öğretmen adaylarının STEM eğitimine yönelik bakış açıları genel olarak olumlu bulunmuştur (Kırılmazkaya, 2017; Ensari, 2017). Yıldırım (2017) fen öğretmen adaylarıyla yaptığı çalışmada ise öğretmen adaylarının STEM eğitimini avantajlı bulduklarını ancak ülkede geniş çapta tüm öğretmenler tarafından uygulanmasının zor olduğunu düşündüklerini belirtmiştir. Öğretmen adayları uygulamaları eğlenceli, keyifli (Kırılmazkaya, 2017) ve motive edici, dikkat çekici, kalıcı öğrenmeyi destekleyici, aktif katılıma teşvik edici (Ensari, 2017) bulmuşlardır. Kırılmazkaya (2017), sınıf öğretmeni adayları ile yaptığı çalışmada disiplinler arası ilişki kurma noktasında öğretmen adaylarının kısmen olumlu bakış açısına sahip olduklarını söylerken, Yıldırım (2017) fen bilgisi öğretmen adaylarının fen ve matematiği ilişkilendirmede zorluk çekmediklerini ancak teknoloji ve mühendisliği dahil etmede zorluk yaşadıklarını belirtmiştir. Çınar, Pırasa ve Sadoğlu (2016) tarafından fizik ve matematik öğretmen adaylarıyla yapılan bir çalışmada da adayların örnek uygulama bulmakta zorluk çekmemelerine karşın STEM eğitiminin fen dersi odaklı olduğu belirtilmiş ve araştırmacılar tarafından bu duruma uygulamalarda ana kazanımın fen dersinden seçilmiş olmasının sebep olabileceğini ileri sürülmüştü.

Fen bilgisi öğretmen adayları (N=50) ile çalışma yapan Gökbayrak ve Karışan (2017) Fen Öğretimi Laboratuvarı dersi kapsamında deney grubu ile STEM eğitimi etkinlikleri kontrol grubu ile Tümevarımsal Laboratuvar Etkinlikleri yürütmüşler ve bu etkinliklerin bilimsel süreç becerilerine etkisini incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda deney grubuna anlamlı sonuçlar bulmuşlardır. Deney grubu öğrencilerinin kontrol grubu öğrencilerine göre; gözlem yapma, ölçme, sınıflandırma, sayıları kullanma, veri toplama,

veri analizi, hipotez kurma, tahminde bulunma, deney yapma ve yorumlama gibi bilimsel süreç becerileri düzeyinde olumlu yönde değişim gözlemişlerdir.

Kimya öğretmen adayları ile çalışma yapan Çelikkıran ve Günbatar (2017), öğretmen adayların uygulamaların en öğretici kısmının interaktif araştırma olanağı, bir ürün ortaya çıkarılmasının istenmesi ve eksikleri, başka fikirleri görmeyi sağladığı için ürünün sunulması ve değerlendirilmesi olduğunu söylediklerini belirtmişlerdir.

Sınıf öğretmen adayları ile yaptığı çalışmada Kırılmazkaya (2017), STEM eğitimi yönelimi üzerinde sınıf düzeyinin anlamlı bir etkisini görmemiştir. Araştırmacı bu bulgulardan 3. ve 4. sınıfta görülen derslerin öğretmen adaylarının STEM eğitimi yönelimleri üzerinde bir farklılık oluşturmadığı sonucuna ulaşmıştır.

Öğretmen adaylarının bir çoğu mezun olduklarında meslek hayatlarında STEM eğitimi yaklaşımını kullanmak istediklerini (Ensari, 2017; Yıldırım, 2017), ancak kendilerini tasarlama ve uygulamada eksik hissettiklerini ve lisans öğrenimlerinde uygulamalı STEM eğitimi almak istediklerini dile getirmişlerdir (Yıldırım, 2017)

Kimya ve Matematik öğretmen adayları (N=48) ile yaptıkları çalışmada Tutak, Akaygün & Tezsezen (2017), İşbirlikli FeTeMM Eğitimi Modülü geliştirerek Özel Öğretim Yöntemleri dersinde öğretmen adayları ile uygulamalar yaparak adayların FeTeMM farkındalıklarını incelemişlerdir. Öğretmen adaylarının FeTeMM farkındalıklarının arttığını gözlemlemişlerdir. Gökbayrak ve Karışan (2017) fen bilgisi öğretmen adayları ile yaptıkları çalışmada benzer sonuca ulaşmışlardır ve STEM temelli laboratuvar uygulamalarının öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarının arttırdığını belirtmişlerdir. Öğretmen adayları FeTeMM eğitimi ile ilk kez lisans düzeyinde karşılaştıklarını ve ileride hizmet içi eğitimler almak istediklerini belirtmişlerdir. Öğretmen adayları çalışma öncesinde STEM eğitiminin öğrencilerin ilgilerini çekmek için kullanılan öğretim olduğunu düşünürken çalışma sonrasında bu yanıtı veren adayların sayısında düşüş yaşanmış ve STEM eğitimini "alanların bütünleşik öğretimi" şeklinde tanımlamışlardır. Ayrıca dikkat çeken bir nokta ise öğretmen adaylarının tümü uygulama öncesi hiç mühendislik cevabı vermezken sontestte bazıları mühendisliğe değinmişlerdir. Öğretmen adayları FeTeMM etkinliklerini arttırmak için öntestte 'birlikte çalışma', 'çeşitli kaynaklardan bilgi edinme' cevaplarını verirken sontestte 'örnek proje gözlemi' ve 'seminere katılma' cevapları artmıştır. Bu sonuçları araştırmacılar öğretmen

adaylarının meslek hayatlarında FeTeMM uygulamaları için destek istedikleri yönünde yorumlamışlardır. Bununla birlikte öğretmen adayları FeTeMM Eğitimi'ni meslek hayatlarında uygulamak istediklerini ancak gerekli zaman yaratılmasının ve fiziksel koşulların (maddi, materyal vb.) iyileştirilmesi gerekliliğini sontestte vurgulamışlardır.

BÖLÜM 3

YÖNTEM

Bu bölümde yapılan çalışmanın modeli, çalışma grubu, veri toplama araçları, uygulanma süreci ve verilerin analizi alt bölümleri yer almaktadır.

3.1. Çalışmanın Modeli

Çalışmada veri toplama ve veri analizi için nicel ve nitel araştırma yöntemlerinin birlikte kullanıldığı karma araştırma yöntemi uygulanmıştır. Karma araştırma yöntemi tek bir paradigmanın cevaplandıramadığı araştırma problemlerini cevaplandırmak için tercih edilir (Fırat, Kabakçı Yurdakul & Ersoy, 2014).

Karma araştırma yöntemi;

- *"Bir metodoloji olarak karma yöntem, araştırma sürecinde nitel ve nicel yöntemlerin birlikte kullanımını kapsayan bir yaklaşımdır.*
- *Bir yöntem olarak karma yöntem tek bir araştırmada hem nitel hem de nicel verilerin toplanması, analizi ve birlikte kullanımına odaklanır.*
- *Karma yöntem araştırmasının temel dayanağı, nitel ve nicel yöntemlerin birlikte kullanılmasıyla araştırma probleminin, her bir yöntemin tek başına yapacağından daha iyi anlaşılmasını sağladığıdır."* (Creswell'den aktaran Fırat, 2014).

Karma araştırma yönteminde nicel ve nitel veri toplama araçları birlikte kullanıldığından veri kaynaklarının sayısı çoktur, verileri toplama ve analiz etme süreci daha karmaşıktır ve zaman alır. Ancak bu çalışmada nicel veya nitel kaynaklardan herhangi birinin tek başına kullanılmasındansa karma araştırma yönteminin kullanılması problem durumuna daha derin bir bakış açısı sağlayacağından karma araştırma yöntemine

ait yakınsayan paralel desen tercih edilmiştir. Bu desen türünde aynı konu üzerinde farklı ancak birbirini tamamlamaya yönelik veriler toplanır, toplanan nicel ve nitel veriler birbirini destekler. Toplanan nitel ve nicel veriler ayrı ayrı analiz edilir ve daha sonra birleştirilir (Creswell, 2012; Creswell ve Plano Clark, 2017).

Çalışmanın nicel bölümünde zayıf deneysel araştırma desenlerinden kontrol grupsuz ön ve sontest deseni kullanılmıştır. Bu desende yapılacak işlemin etkisi tek bir grup üzerinden yapılacak çalışma ile belirlenir. Katılımcıların bağımlı değişkene ilişkin ölçüm durumları uygulama öncesinde öntest ve uygulama sonrasında ise sontest olmak üzere aynı katılımcı grubu ile aynı ölçüm araçları kullanılarak tekrarı sağlanır. Bu sayede katılımcıların bağımlı değişkene ilişkin durumları araştırılmış olur (Büyüköztürk, Kılıç Çakmak, Akgün, Karadeniz, & Demirel, 2017). Nitel verilerin toplanmasında da STEM-A açık uçlu anketi ve yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen veriler nicel verilerle karşılaştırılmıştır. Çalışma modelini anlatan çizelge aşağıda sunulmuştur.

Çizelge 3.1. Çalışma modeli.

Veri Toplama Aracı Türü	Ölçme Aracı	Öntest	Sontest
Nicel Veri Toplama Araçları	Problem Çözme Ölçeği	x	X
	Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği	x	X
Nitel Veri Toplama Araçları	STEM-A Açık Uçlu Anketi	x	X
	Yarı Yapılandırılmış Görüşme		X

3.2. Çalışma Grubu

Çalışmanın grubunu 2018-2019 Eğitim-Öğretim yılında ülkemizin kuzey batısında bulunan bir il merkezindeki Yüksek Öğretim Kurumu'na bağlı bir devlet üniversitesinin eğitim fakültesinin fen bilgisi öğretmenliği programında öğrenim görmekte olan 30 üçüncü sınıf öğretmen adayı oluşturmaktadır. Çalışma grubu seçkisiz olmayan örnekleme yöntemlerinden uygun durum örneklemesi ile belirlenmiştir. Uygun durum örneklemesi; zaman, para ve işgücü açısından var olan sınırlılıklar nedeniyle örneklemin kolay ulaşılabilir ve uygulama yapılabilir birimlerden seçilmesidir (Büyüköztürk, 2012). Fen Bilgisi Öğretimi Laboratuvar Uygulamaları I dersini alan öğrencilere araştırmacı ve ders sorumlusu tarafından yürütülecek olan araştırmanın amacından ve içeriğinden söz edilmiş ve böyle bir çalışma içerisinde katılımcı olarak yer almalarını isteyip istemedikleri sorulmuştur. 30 öğretmen adayı da gönüllü olduklarını sözlü olarak belirtmişlerdir. Böylece çalışma grubu yaş ortalaması 21 olan 24 kadın ve 6 erkek öğretmen adayından oluşmaktadır. Katılımcıların %40'ı STEM eğitimini daha önce hiç duymadıklarını belirtmiştir. Çalışmanın yürütüldüğü 2018-2019 öğretim yılında kullanılan fen bilgisi öğretmenliği lisans programına göre özel öğretim yöntemleri dersini 6. ve 7. yarıyılda alacaklarından STEM eğitimini daha önce duymamış oldukları düşünülmektedir.

3.3. Veri Toplama Araçları

Çalışmada verilerin toplanması için nicel ve nitel veri toplama araçları birlikte kullanılmıştır.

3.3.1. Problem Çözme Ölçeği (PÇÖ)

Öğretmen adaylarının problem çözme becerilerini ölçmek amacıyla Ge (2001) tarafından geliştirilen ve daha sonra Coşkun (2004)'ün Türkçeye uyarladığı Problem Çözme Ölçeği kullanılmıştır. Alanyazın incelendiğinde Problem Çözme Ölçeğinin ortaöğretim öğrencileri ile öğretmen adayları dahil her düzeyde kullanıldığı görülmektedir (Şahbaz, 2010; Silik, 2016).

Ölçek 5'li likert tipi ölçek olup 4 problem basamağı içermekte ve her problem basamağına ait 5'er soru olmak üzere toplam 20 adet sorudan oluşmaktadır. Coşkun (2004) tarafından yapılmış çalışmada Cronbach alpha güvenirlik katsayısı 0,72 bulunmuştur. Bu çalışmada ise Cronbach alpha güvenirlik katsayısı 0,83 olarak hesaplanmıştır. Problem Çözme Ölçeğinin tamamı *EK-1'de* yer almaktadır.

3.3.2. Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği (BYÖ)

Öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılıklarını ölçmek için Hu ve Adey (2002) tarafından geliştirilen Deniş-Çeliker ve Balım (2012) tarafından Türkçeye uyarlanan Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği kullanılmıştır. Alanyazın incelendiğinde Bilimsel Yaratıcılık Ölçeğinin ortaöğretim öğrencilerinden öğretmen adaylarına kadar her düzeyde kullanıldığı görülmektedir (Deniş-Çeliker, 2012; Hacıoğlu, 2017).

Ölçek 7 adet açık uçlu sorudan oluşmaktadır. Testin Croanbach alfa güvenirlik kat sayısı Hu ve Adey (2002) tarafından 0,89 ve Hacıoğlu (2017) tarafından da 0,70 olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmada ise güvenirlik katsayısı sontest sonuçlarına göre 30 öğretmen adayının verileri için 0,68 olarak hesaplanmıştır. Test puanlarının güvenirliği için genel olarak güvenilirlik katsayısının 0,70 ve üzeri yeterli görülmektedir (Büyüköztürk, 2012).

Bilimsel yaratıcılık ölçeğindeki yedi madde sırası ile olağandışı kullanımlar, problemi keşfetme, ürün geliştirme, bilimsel hayal gücü, problem çözme, bilimsel deney oluşturma ve ürün tasarlama konularını içermektedir. Sorular verilen bilimsel cevapların çokluğu (akıcılık), çeşitliliği (esneklik) ve orijinalliğine (özgünlük) göre değerlendirilmiştir. *EK-2'de* yer alan Bilimsel Yaratıcılık Ölçeğinin maddeleri Çizelge 3.2.' de tanıtılmıştır.

Çizelge 3.2. Bilimsel yaratıcılık ölçeği maddelerinin tanıtımı.

Sorular	Bilimsel Yaratıcılık Modelindeki Yeri	Değerlendirme Alt Boyutları
1.	Olağandışı kullanım	Akıcılık, Esneklik, Özgünlük
2.	Problemi keşfetme	Akıcılık, Esneklik, Özgünlük
3.	Ürün geliştirme	Akıcılık, Esneklik, Özgünlük
4.	Bilimsel hayal gücü	Akıcılık, Esneklik, Özgünlük
5.	Problem çözme	Esneklik, Özgünlük
6.	Bilimsel deney oluşturma	Akıcılık, Esneklik, Özgünlük
7.	Ürün tasarlama	Esneklik, Özgünlük

3.3.3. STEM Farkındalığı Açık Uçlu Anket (STEM-A)

Öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarını ölçmek amacıyla Tezsezen (2017) tarafından geliştirilen STEM Farkındalığı Açık Uçlu Anketi (STEM-A) uygulanmıştır. Bu anket doğasında nitel veri toplama aracı olup katılımcıların STEM farkındalıkları bu anket aracılığıyla STEM disiplin alanlarının tanımları ve disiplin alanlarının birbirleriyle ilişkileri üzerinden incelenmektedir.

Anket iki bölüm içermektedir. Birinci bölüm 2 sorudan oluşmaktadır. 1. soruda katılımcılardan STEM disiplinlerini ayrı ayrı tanımlamaları ve 2. soruda da STEM eğitimine yönelik varsa önbilgilerini yazmaları istenmektedir. İkinci bölümde günlük yaşam konularından seçilen iki duruma ait (2.a Mikrobiyolojik korozyon, 2.b Radyoaktif Filler) okuma metinleri yer almaktadır. Katılımcılardan bu okuma metinlerinde STEM disiplin alanlarından hangisi ya da hangilerinin yer aldığının açıklanması istenmektedir. STEM Farkındalığı Açık Uçlu Anketi (STEM-A) *EK-3'te* verilmektedir.

3.3.4. Yarı Yapılandırılmış Görüşme

Yarı yapılandırılmış görüşme tekniğinde araştırmacı sormayı planladığı soruları görüşme öncesinde hazırlar. Ancak görüşmenin akışına göre katılımcının görüşlerini detaylandırmak için farklı destekleyici sorularla görüşmenin gidişatına yön verebilir yada öncesinde cevaplanmış soruları sormadan görüşmeye devam edebilir. Yarı yapılandırılmış görüşme tekniği sahip olduğu belirli düzeyde standartlık ve aynı zamanda esneklik nedeniyle eğitim bilim araştırmalarına daha uygun bir tekniktir (Türnüklü, 2000).

Elde edilen nicel verilere ışık tutması açısından kullanılan nicel ölçüm araçlarından yararlanarak öğretmen adaylarının problem çözme becerilerini, bilimsel yaratıcıklarını, STEM eğitimi farkındalıklarını derinlemesine incelemek maksadıyla yarı yapılandırılmış görüşme soruları hazırlanmıştır. Hazırlanan görüşme sorularının kapsam geçerliği için iki fen eğitimcisi tarafından uzman görüşü alınmıştır. Görüşme soruları 10 adettir. Bu soruların ilk 5 tanesi problem çözme becerilerine ve 6. soru da bilimsel yaratıcılık becerisine yönelik hazırlanmıştır. 7., 8., 9. ve 10. sorularda da öğretmen adaylarının STEM ve STEM eğitimine farkındalıklarını incelemek amaçlanmıştır. Bu görüşme soruları ile öğretimsel uygulamaların sonunda gönüllü olan 10 öğretmen adayı ile görüşmeler yapılmış ve kayıt altına alınmıştır. Görüşmeler 15- 45 dakika aralığında sürmüştür. Yarı yapılandırılmış görüşme soruları *EK-4'te* verilmiştir.

3.4. Çalışmanın Uygulanması

3.4.1. Pilot Çalışma

Araştırmacının STEM eğitimi ile ilgili deneyimini arttırmak ve öğretmen adaylarının STEM eğitimine yönelik görüşlerini incelemek amacıyla 2017-2018 akademik yılının bahar döneminde ülkemizin kuzey batısında bulunan bir il merkezindeki Yüksek Öğretim Kurumu'na bağlı bir devlet üniversitesinin eğitim fakültesinin fen bilimleri eğitimi anabilim dalındaki Fen Bilgisi Öğretimi Laboratuvar Uygulamaları II dersini alan 27 3. sınıf öğretmen adayı ile gönüllülük esasına dayanarak pilot çalışma gerçekleştirilmiştir. Pilot çalışma tek gruplu öntest-sontest zayıf-deneysel araştırma desenine göre tasarlanmıştır. Nicel veri toplama aracı olarak Çevik (2017) tarafından

geliştirilen 5'li Likert tipinde, 3 alt boyut ve 15 maddeden oluşan STEM (FeTeMM) Eğitimi ile İlgili Öğretmen Görüşleri Ölçeği ön ve sontest olarak uygulanmıştır. Testin Cronbach alfa güvenirlik katsayısı Çevik tarafından 0,81; bu çalışmada ise 0,68 olarak bulunmuştur. Öntestin uygulanmasından sonra 4 ders saati süresince öğretmen adaylarına STEM eğitimi hakkında bilgi verilmiştir. Daha sonra alanyazından yararlanarak hazırlanan 3 adet STEM etkinliğinin (bardak termos tasarlayalım, rüzgâr türbini tasarlayalım ve biyoplastik üretelim) her biri 4 saatlik ders süresince 3 haftada gerçekleştirilmiştir. Uygulamalar sonrasında STEM eğitimi ile ilgili öğretmen görüşleri ölçeği sontest olarak tekrar uygulanmıştır. Elde edilen nicel verilerin analizi için öncelikle verilerin normal dağılımı Shapiro Wilk Testi ($n<50$) (Büyüköztürk, 2012) ile analiz edilmiştir. Hem önteste hem de sonteste ait verilerin normal dağılım göstermesi sonucunda ölçekten elde edilen öntest sontest puan ortalamalarının karşılaştırılmasında parametrik yöntemlerden ilişkili örneklemler için t-Testi kullanılmıştır. Ayrıca öğretmen adaylarının uygulamalar esnasında karşılaştıkları zorluklara ve uygulamaların kazandırdığı faydalara ilişkin görüşlerini incelemek ve STEM eğitimine yönelik önerilerini belirlemek için nitel veri toplama aracı olarak 3 adet açık uçlu sorudan oluşan bir soru formu sontest şeklinde kullanılmıştır. Soru formundan elde edilen nitel veriler de içerik analizi ile test edilmiştir. Araştırmacı ve bir fen eğitimi alan uzmanı tarafından veriler birlikte çözümlenerek ortak kodlar belirlenmiş ve ortak değerlendirmelere göre son değerlendirmeler yapılmıştır. Daha sonra nitel verilerden elde edilen veriler betimsel analiz ile frekans ve yüzde değerleri tespit edilerek değerlendirilmiş ve elde edilen nicel verileri desteklemekte kullanılmıştır. Pilot çalışmadan elde edilen veri ve bulgulardan asıl çalışmanın geliştirilmesi aşamasında yararlanılmıştır. Pilot çalışma sonrası karşılaşılan zorluklar göz önünde bulundurularak STEM uygulamaları esnasında öğretmen adaylarının kullanabileceği bir çalışma defteri hazırlamanın faydalı olabileceği düşünülmüştür. Katılımcıların önerilerine dayanarak teknoloji entegrasyonunu arttırmak üzere hücre konusunda Minecraft Eğitim versiyonunun kullanılmasına ve arttırılmış gerçeklik ile desteklenmiş uzay konusuna yönelik öğretimsel etkinliklerin dahil edilmesine, bunun yanı sıra tasarlanacak STEM uygulamalarında kullanılacak materyallerin çoğunlukla kolay ulaşılabilecek ve geri dönüşüm malzemeleri olmasının daha uygun olacağı yönünde karar verilmiştir.

3.4.2. Çalışmanın Uygulaması

Bu çalışma 2018-2019 eğitim-öğretim yılı güz döneminde pilot çalışmanın uygulandığı aynı fakültenin fen bilimleri eğitimi anabilim dalında öğrenim gören ve Fen Öğretimi Laboratuvar Uygulamaları I dersini alan 30 üçüncü sınıf öğrencisi ile 9 haftalık bir sürede yürütülmüştür. Fen Öğretimi Laboratuvar Uygulamaları I dersi haftada 4 ders saati şeklinde yürütülmektedir. Çalışma süresi boyunca kullanılan laboratuvar grup çalışmasına uygun, internet bağlantısına sahip ve öğretmen adaylarının uygulamalarda ihtiyaç duyacağı malzemelere kolaylıkla ulaşabilecekleri şekilde düzenlenmiştir. Uygulama sürecinin özeti aşağıdaki çizelgede belirtilmiştir.

Çizelge 3.3. Öğretim süreci için oluşturulan çalışma takvimi.

Hafta	Uygulama
1. Hafta	Öntestlerin uygulanması
2. Hafta	Araştırmacı ve ders sorumlusu tarafından STEM eğitimi ve dersin işleyiş biçimi ile ilgili genel bilgi verilmesi
3. Hafta	Rüzgâr türbini tasarımı etkinliği
4. Hafta	Bioplastik üretimi etkinliği
5. Hafta	Su arıtma cihazı tasarımı etkinliği
6. Hafta	Marsta yaşam etkinliği
7. Hafta	Minecraft etkinliği
8. Hafta	Sontestlerin uygulamaları
9. Hafta	Yarı-yapılandırılmış görüşmelerin yapılması

Araştırmacı STEM eğitimine ilişkin deneyimini arttırmak amacı ile asıl çalışma başlamadan önce 10-11 Mart 2018 tarihinde Bahçeşehir Üniversitesi STEM eğitimi merkezi (BAUSTEM)**,** STEM A Çalıştayı'nda Prof. Dr. M. Sencer Çorlu tarafından verilen 2 günlük eğitime ve 8-10 Haziran 2018 tarihinde İstanbul Aydın Üniversitesi tarafından düzenlenen World STEM Education konferansına dinleyici olarak katılmıştır. Çalışmanın uygulama süreci başlamadan önce araştırmacı çeşitli kaynaklardan (örneğin; Çepni, 2018; Çorlu ve Çallı, 2017; URL-1 veURL-2) yararlanarak STEM yaklaşımına uygun etkinlikler geliştirmiştir. Etkinlikler tasarlanırken en az 2 STEM disiplininin ön planda olmasına dikkat edilmiştir. Sonrasında araştırmacı ve 2 uzman fen eğitimcileri birlikte çalışarak geliştirilen etkinliklerin içinden uygulanacak etkinliklere ortak karar verilmiştir. Uygulanmasına karar verilen 5 adet etkinlik 'enerji', 'bileşikler', 'karışımların ayrıştırılması', 'uzay teknolojileri' ve 'hücre' konularını temel almıştır. Ayrıca uygulama süresince katılımcıların etkin katılımını sağlamak amacı ile süreç boyunca etkinliklerin uygulamasında kullanılacak çalışma defterleri geliştirilmiştir. Bu çalışma defterlerinin hazırlanmasında temel kaynak olarak BAU STEM'in notlu STEM ders planı şablonundan yararlanılmıştır. Araştırmacı ve uzman 2 fen eğitimcisi ile değerlendirme toplantıları yapılmış, öneriler ve geri bildirimler dikkate alınarak geliştirilen etkinlik planlarının ve çalışma defterlerinin son hali hazırlanmıştır. Araştırma süresince kullanılan bir ders planı (*EK-5*) ve bir çalışma defteri (*EK-6*) örneği *Ekler* bölümünde yer almaktadır. Bu çalışmada araştırmacı aynı zamanda uygulayıcı görevindedir. 'Su Artıma Cihazı Tasarımı' etkinliğinde bir kimya alanı uzmanı ve 'Minecraft' etkinliğinde de bilgisayar mühendisliği 3. Sınıf programında öğrenim gören bir öğrenci araştırmacıya uygulama konusunda eşlik etmiştir.

Uygulamaların öncesinde öğretmen adayları ile belirlenen ders dışı günler ve saatte okul binası içinde PBÖ ve BYÖ ölçekleri ile STEM-A açık uçlu anketinin (katılımcılar için yorucu olmaması nedeniyle her biri farklı bir günde) öntest uygulamaları yapılmıştır. Uygulamaların ilk haftasında araştırmacı ve ders sorumlusu tarafından öğretmen adaylarına 4 ders saati süresince STEM eğitimi ve dersin genel işleyiş biçimi ile ilgili bilgi verilmiş ve öğretmen adayları araştırmacı tarafından 5'er kişilik gruplara ayrılmıştır. Gruplar oluşturulurken kadın öğretmen adayları kura ile rastgele 4'er kişilik gruplara atanmıştır. Erkek öğretmen adayı sayısının az olması sebebi ile grupların homojen dağılım göstermesi için her grupta bir erkek öğretmen adayı olacak

şekilde gruplara 5. üye olarak yine kura ile dahil edilmiştir. Etkinliklerin tümünde oluşturulan aynı gruplar halinde çalışacakları ve grupların her birinde en az 1 adet bilgisayar bulunması gerektiği belirtilmiştir. Bilgisayar eksiği olan gruplara ders boyunca kullanabilecekleri bilgisayar temin edilmiştir. Uygulanan tüm etkinliklerdeki öğretimsel süreç çalışma defterlerinde yer alan 4 bölüm üzerinden gerçekleştirilmiştir. Bu bölümler sırasıyla; 'I. Bilgi Ediniyorum (Bildiklerim / Araştırmak İstediklerim / Öğrendiklerim)', 'II. Fikir Üretiyorum', 'III. Ürün Geliştiriyorum' ve 'IV. Tanıtma / Paylaşme' ve 'V. Etkinlik Sürecinde Öğrendiklerim' dir. Çalışma defterlerinin ilk sayfasına kariyer bilincini geliştirmeye katkıda bulunmak ve bir sorunun çözümü için disiplinler arası çalışmanın önemini ortaya koymak amacıyla 'Görev/Meslek ve Sorumluluklar' bölümü eklenmiştir. Öğretimsel süreç araştırmacının powerpoint (ppt) sunumları ve ders sorumlusu rehberliğinde yürütülmüştür.

Uygulama öğretmen adaylarına bir adet *Bilgi Temelli Hayat Problemi (BTHP)* verilmesi ile başlamıştır. Araştırmacı BTHP'yi araştırma sınırlılıklarını ve öğretmen adaylarının grup içinde üstlenecekleri meslekleri görev ve sorumlulukları yaptığı sunum ile öğretmen adaylarına tanıtmıştır. Öğretmen adaylarının BTHP üzerine düşünmeleri beklenmiştir. Öğretmen adaylarına verilen etkinlik boyunca üstlenecekleri *görev/meslek paylaşımlarını* grupça yapmaları istenmiştir. Öğretmen adayları BTHP'yi görev/meslek dağılımlarını *araştırmanın sınırlılıklarını* çalışma defterlerine not etmişlerdir.

Daha sonra öğretmen adaylarının BTHP ile ilgili sorun ve olası çözümlere yönelik önbilgilerini ve deneyimlerini ortaya çıkarmak amacıyla çalışma defterlerinin 'Bilgi Ediniyorum (Bildiklerim / Araştırmak İstediklerim / Öğrendikerim)' bölümündeki '*Neler Biliyorum*?' alt bölümüne not almaları istenmiştir. Sözlü olarak paylaşmak isteyenlere neler bildiklerini tüm sınıfla paylaşma fırsatı sunulmuştur. Öğretmen adaylarına çözüm bulmak üzere önce sorular üretmeye ve sonrasında bu sorulara cevaplar bulmak için araştırmalar yapmalarına fırsatlar yaratmak amacıyla eklenmiş olan 'Neler Araştırmalıyım?' alt bölümüne neler bildiklerinden yola çıkarak konuyla ilgili kendi görev/meslek tanımına göre neler araştırması gerektiğini ve BTHP'nin çözümü için hangi sorulara cevaplar arayacaklarını not almıştır. Bu aşamada öğretmen adaylarından sorular üretmeleri hedeflenmiş ve zorlandıkları durumda araştırmacı tarafından rehberlik edilmiştir. Araştırmalar yaptıktan sonra öğrendikleri yeni bilgilerin farkına varmaları

amacıyla ‘Neler Öğrendim?’ alt bölümüne öğretmen adayları öğrendikleri yeni bilgileri ve araştırma kaynaklarını çalışma defterlerine not etmişlerdir.

Fikir Üretiyorum aşamasında birden çok doğru yolun olabileceğini farkettirmek amacıyla öğretmen adayları verilen BTHP’nin çözümü için düşündükleri tüm fikirleri not etmişlerdir. Karar verme becerilerini geliştirmek amacıyla ‘Fikirlerden hangisini kullanmaya karar verdiniz, neden?’ sorusu yöneltilmiş ve not edilen fikirler grup olarak tartışılarak uygulamaya geçirilecek olan fikre ortak olarak karar verilmiştir.

Ürün geliştiriyorum aşaması öğrencilerin mühendislik becerilerini geliştirmek için birden çok alt bölümde oluşmaktadır. ‘Tasarlayalım (Plan yap)’ alt bölümünde öğrencilerin bir mühendis gibi çalışmaları, tasarıma bağlı olarak çizimler yapmaları ve ölçüm araçlarını kullanmaları amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda öğretmen adayları gerekli malzemeleri belirleyip ürünün/çözümün geliştirme yöntemini belirlemişlerdir. Mühendislik tasarım becerilerini geliştirmek için etkinliğin türüne bağlı olarak ölçüm araçlarını kullanarak çizimlerini yapmışlardır. ‘Üretelim / Planımızı uygulayalım’ alt bölümünde öğrencilerin tasarımlarına/planlarına uygun prototip hazırlamaları hedeflenmektedir. Sonrasında ürün/çözüm geliştirilmiş ve ‘Test Edelim ve Verileri Kaydedelim’ bölümünde araştırmacının sunduğu ölçütler doğrultusunda test edilerek elde edilen veriler kaydedilmiştir. Elde edilen verilere göre çözüm yolunun başarılı olup olmadığı, sorun(lar) yaşanıp yaşanmadığı tartışılarak eğer varsa geliştirilmesi gereken noktalar tespit edilip üzerinde çalışılmış ve “Geliştirelim (Değişiklikler yap ve Tekrar test et)’ bölümünde değişiklikler yapılarak yeniden tasarlanmıştır. Yeniden tasarlanarak geliştirilen ürün/çözüm yolu belirtilen ölçütlere uygun olarak yeniden test edilmiş ve veriler kaydedilmiştir. ‘Tanıtalım / Paylaşalım’ bölümünde ürünün ya da çözüm yolunun paylaşılması amaçlanmaktadır. Sonuca ulaştıklarını düşündükleri noktada öğretmen adayları tarafından ürün/çözüm yolu sınıfla sözlü sunum şeklinde paylaşılmış ve etkinliğe göre pazarlaması, reklam filmi/metni vb. şeklinde tanıtımı yapılmıştır.

Son olarak öğretmen adayları etkinlik süresince öğrendikleri bilgi, beceri ve deneyimlerini çalışma defterlerinin ‘V. Etkinlik Sürecinde Öğrendiklerim’ bölümüne not etmişlerdir.

Beş hafta süren etkinlikler sonrasında uygulamanın 9. haftasında öğretmen adaylarına PÇÖ, BYÖ, STEM-A veri toplama araçlarının sontest uygulamaları yapılmıştır. 10. haftada ise kendi istekleri ile gönüllü olduklarını beyan eden 10 öğretmen adayı ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır.

3.5. Verilerin Analizi

3.5.1. Problem Çözme Ölçeği Analizi

Ölçeğin analizi için SPSS 25 istatistik paket programı kullanılmıştır.

3.5.2. Bilimsel Yaratıcılık Ölçeğinin Analizi

7 açık uçlu sorudan oluşan bilimsel yaratıcılık ölçeği doğası gereği öncelikle nitel veri analiz yöntemlerinden içerik analizi ile çözümlenmiştir. İçerik analizinde amaç edilen verileri derinlemesine inceleyerek benzer verileri belirli kategoriler ve temalar altında toplayarak okuyucunun anlayacağı biçimde yorumlamaktır (Yıldırım & Şimşek, 2008). Daha sonra verilen cevaplar çizelge 3.4'te belirtildiği şekilde puanlanarak nicel verilere dönüştürülmüştür. Elde edilen nicel veriler SPSS 25 istatistik paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Bilimsel yaratıcılık ölçeğinin analizinde temel olarak Ayverdi, Asker, Öz Aydın ve Sarıtaş (2012)'ın çalışmasından yararlanılmıştır.

BYÖ'nün 1., 2., 3., 4. ve 6. soruları bilimsel yaratıcılığın akıcılık, esneklik ve özgünlük boyutları bakımından; 5. ve 7. sorular ise sadece esneklik ve özgünlük bakımından değerlendirilmiştir.

Akıcılık puanı bilimsel olarak verilen her cevap için 1 puan olarak hesaplanmıştır. Esneklik puanı verilen cevapların kategorize edilerek temalara ayrılması ile belirlenmiştir. Her bir tema için 1 puan verilmiştir. 5. soruda esneklik puanı her yöntem için 1 puan olarak hesaplanmıştır. 6. soruda esneklik puanı her bir bilimsel metot/yöntem için alınabilecek en yüksek puan 9'dur. 3 puan araç, 3 puan ilkeler ve 3 puan izlenen yoldan verilmiştir. 7. sorunun esneklik puanlanması elma toplama makinesinin işlevlerine göre belirlenmektedir. Her işlevi bir tema olarak tanımlanmıştır. Toplama makinesinin belli işlevleri: Elmalara ulaşmayı, elmaları bulmayı, elmaları toplamayı, elmaları zemine taşımayı, elmaları ayıklamayı, elmaları taşıma aracına koymayı ve diğer ağaca hareket

etme olarak tanımlanabilmektedir. Tasarımın karşıladığı her tema için 3 puan verilmiştir. Özgünlük puanı ise verilen cevapların tüm öğretmen adayları tarafından cevaplanma frekansı hesaplanarak tespit edilmiştir. İlk 4 soru soruya ilişkin olarak tüm bilimsel cevaplar içerisinde %5'lik dilime giren cevaplar için 2 puan, %5-%10'luk dilime giren cevaplar için 1 puan, %10'dan daha yüksek dilime giren cevaplar için de 0 puan verilmiştir. 5. soru için özgünlük puanı tüm bilimsel cevaplar içerisinde %5'lik dilime giren cevaplara yönelik olarak 3 puan, %5-%10'luk dilime giren cevaplar için 2 puan, %10'dan daha fazla dilime giren cevaplar için de 1 puan verilerek hesaplanmıştır. 6. soruda özgünlük puanı ise tüm bilimsel cevaplar içerisinde %5'lik dilime giren cevaplar için 4 puan, %5-%10'luk dilime giren cevaplar için 2 puan, %10'dan daha fazla dilime giren cevaplar için de 0 puan verilerek hesaplanmıştır. 7. soru için özgünlük araştırmacı tarafından her bir tasarım için 1 ile 5 puan arasında puanlanmaktadır. Bilimsel yaratıcılık ölçeğinin yukarıda bahsedilen değerlendirme ölçütleri çizelge 3.4.'te sunulmuştur.

Çizelge 3.4. Bilimsel yaratıcılık ölçeği değerlendirme ölçütleri.

	Akıcılık	Esneklik	Özgünlük
Soru 1 Soru 2 Soru 3 Soru 4	Her cevap için 1 Puan	Her bir tema için 1 Puan	Cevaplar içinden %5'lik dilime 2, %5-%10'lık dilime 1, %10 dan fazlalık dilime ise 0 Puan verilir
Soru 5		Her bir yöntem 1 Puan	Cevaplar içinden %5'lik dilime 3, %5-%10'lık dilime 2, %10 dan fazlalık dilime ise 1 Puan verilir
Soru 6	Her cevap için 1 Puan	Her yöntem için Alet, İlke, Prosedür bakımlarından 0-3 arası puanlama	Cevaplar içinden %5'lik dilime 4, %5-%10'lık dilime 2, %10 dan fazlalık dilime ise 0 Puan verilir
Soru 7		Cevaplar içinden tasarımın karşıladığı her tema için 3 Puan	Her bir tasarım için 1-5 arası Puan

Verilerin içerik analizi ile değerlendirilmesi sürecinde önce alanyazın incelemesinden yararlanarak (Avcı; 2017; Demir, 2014; Deniş Çeliker, 2012; Hacıoğlu, 2017) hem temalar hem de bu temalar altında yer alabilecek kavramlardan oluşan bir kod

listesi oluşturulmuştur. Böylece verilerin analizi için temel bir yapı elde edilmiştir. Oluşturulan kod listesinin ne derece işlevsel olduğunu görmek için veri setinden rastgele seçilmiş üç örnek üzerinde araştırmacı ve bir fen eğitimi alan uzmanı ile test edilmiştir. Alanyazından farklı durumlarda elde edilen yeni kodlar listeye eklenmiştir. Araştırmanın dış güvenirliğine ilişkin olarak araştırmacının araştırma sürecindeki konumu, veri kaynağı olan katılımcıların tanımlanması, öğretimsel sürecin basamakları ve öğretimsel sürecin gerçekleştiği ortam açık bir şekilde tezin yöntem bölümündeki çalışma grubu ve çalışmanın uygulanması süreci alt başlıkları altında verilmiştir. Araştırmanın iç güvenilirliğine ilişkin olarak araştırmacı çeşitlemesi kullanılmıştır. Elde edilen nitel verilerin analizinde veri setinden rastgele seçilen verilerin %20'si araştırmacı ve bir fen eğitimi alan uzmanı ile birlikte ortaklaşa değerlendirilmiş ve kesin karar verilemeyen durumlarda ikinci bir fen eğitimi alan uzmanının görüşüne başvurulmuştur. Verilerin geri kalanı araştırmacı tarafından çözümlenmiş ve daha sonra araştırmacı ve bir fen eğitimi alan uzmanı ile yapılan değerlendirme toplantısında verilerin değerlendirilmesi gözden geçirilmiş ve birlikte ortak görüşe varılarak son karara göre düzenlenmiştir. Ayrıca iç güvenirlik kapsamında katılımcı cevaplarından doğrudan alıntılara yer verilmiştir.

Öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılıklarının gelişimi bakımından testin ön ve son uygulamalarındaki akıcılık, esneklik ve özgünlük boyutları ayrıntılı içerik analizi ile değerlendirilerek bulgular bölümünde sunulmuştur. Toplanan verilerden oluşturulan temalar ve betimsel veriler ekler bölümünde soru sırasınca gösterilmektedir.

3.5.3. STEM Farkındalığı Açık Uçlu Ankete (STEM-A) İlişkin Veri Analizi

Katılımcıların STEM farkındalığı Tezsezen (2017)'den yararlanarak temalar değiştirilmeden tematik analiz ile değerlendirilmiştir. Toplanan veriler bir araya getirilerek benzer kodlardan temalar oluşturulmuştur. Verilerin rastgele seçilen %20'si araştırmacı ve bir fen eğitimi alan uzmanı ile birlikte ortaklaşa değerlendirilmiş, kesin karar verilemeyen durumlarda 2. bir fen eğitimi alan uzmanının görüşüne başvurulmuştur. Verilerin geri kalanı araştırmacı tarafından çözümlenmiş, daha sonra araştırmacı ve bir fen eğitimi alan uzmanı ile yapılan değerlendirme toplantısında verilerin değerlendirilmesi gözden geçirilmiş ve birlikte ortak görüşe varılarak son karara göre düzenlenmiştir.

STEM farkındalığı açık uçlu anketinde ilk olarak öğretmen adaylarından STEM alanlarını tanımlamaları istenmiştir. Fen alanı için belirlenen kategoriler doğası, işlevi, yöntem, FKB (Fizik, kimya, biyoloji) ve ilişkidir. Teknoloji alanı için belirlenen kategoriler süreç, teknolojiyi geliştirenler, işlev, ilişkidir. Mühendislik alanı kategorileri süreç, işlev, ilişki ve üründür. Matematik alanı için doğa, yöntem, beceriler ve ilişki kategorileri belirlenmiştir. Okuyucuya analiz, temalar, kategoriler ve açıklamalar ile katılımcıların fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarına yönelik cevaplarına ilişkin örnekler hakkında daha fazla bilgi vermek için aşağıdaki çizelgeler (Çizelge 3.5, Çizelge 3.6, Çizelge 3.7 ve Çizelge 3.8) hazırlanmıştır.

Öğretmen adaylarının STEM disiplinlerinden Fen alanı tanımlamaları için verdiği cevaplardan örnekler çizelge 3.5.'te sunulmuştur.

Çizelge 3.5. STEM-A Ölçeği Fen alanı için kategoriler ve katılımcı örnekleri.

Tema	Kategori	Tanımlar	Katılımcıların Yanıtlarından Örnekler
Fen	Doğası	Bilimin doğası ile ilgili özellikler	ÖT12: Bilim içinde doğayı, yaşamı barındıran uygulamalı bilim dalıdır. ÖT28: Bilim ile iç içe olmak. Deney yapmak. Yeni bilgiler öğrenmek ve yeni şeyleri merak etmeyi sağlamak. ST28: Deney, gözlem yoluyla bilimsel süreç basamaklarını kullanarak bilgi edinen bilim dalı.
	İşlevi	Fen bilimlerinin işlevi veya amacı	ÖT13: Bilgiyi günlük hayatla ilişkilendirme, evreni ve kendimizi tanıma, günlük problemlerimize çözüm üretebilmek. ST10: Çevremizde olup bitenleri kavramak.
	Yöntem	Bilimsel metodoloji	ÖT27: Bilimsel içerikli bilgilerin deneylerle eldesi.
	İlişki	Fen ve diğer STEM disiplinleri arasında ilişki	ÖT7: Bilimi, teknolojiyi, eğlenirken öğrenmeyi, merakı, mesleğimi ve geleceğimizi ifade ediyor. ST23: Fen, bilim ve teknolojinin birleşimidir.
	FKB (Fizik-Kimya-Biyoloji)	Fen bilimlerini Fizik Kimya Biyoloji olarak tanımlama	ÖT2: Bilimi anlamanın yolu ve fizik, kimya, biyoloji branşlarının bütününü kapsayan, hayatın ta kendisi. ST20: İçinde fizik, kimya gibi birçok alt dal barındıran günlük hayatımızda sürekli karşımızda olan bilim.

Öğretmen adaylarının STEM disiplinlerinden Teknoloji alanı tanımlamaları için verdiği cevaplardan örnekler aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Çizelge 3.6. STEM-A Ölçeği Teknoloji alanı için kategoriler ve katılımcı örnekleri.

Tema	Kategori	Tanımlar	Katılımcıların Yanıtlarından Örnekler
Teknoloji	Süreç	Süreci ve teknolojinin ne içerdiğini tanımlar.	**ÖT8:** Herhangi bir şeyin yeni yapılması veya geliştirilmesine genel olarak teknoloji denir. **ST6:** Beyinlerle oluşturulan fikirlerin tasarıma dönüştürülmesi, hayata geçirilmesi.
	İşlevi	Teknolojinin işlevi veya amacı	**ÖT6:** İnsanların yaşamlarını kolaylaştıran bilimsel gelişmeler. **ST16:** Hayatımızı kolaylaştıran her türlü araç gereç.
	Teknolojiyi geliştirenler	Teknolojiyi kimin yaptığını tanımlar	Bu temada katılımcı cevabı bulunmamaktadır.
	İlişki	Teknoloji ve diğer STEM alanları arasındaki ilişki	Bu temada öntest için katılımcı cevabı bulunmamaktadır. **ST15:** Günlük yaşantımızı kolaylaştırmak adına diğer alanlar ile (fen, matematik vb.) etkileşim kurarak geliştirilen yeni ürünlerin veya yeni metotların araştırılıp, oluşturulduğu alandır.

Öğretmen adaylarının STEM disiplinlerinden Mühendislik alanı tanımlamaları için verdiği cevaplardan örnekler aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Çizelge 3.7. STEM-A Ölçeği Mühendislik alanı için kategoriler ve katılımcı örnekleri.

Tema	Kategori	Tema Tanımları	Katılımcıların Yanıtlarından Örnekler
Mühendislik	İşlevi	Mühendisliğin işlevi veya amacı	**ÖT29:** Bizim için, daha iyi bir yaşam için, daha kaliteli bir yaşam için çalışırlar. **ST16:** Yaşantımızı kolaylaştıran icatların yapımında en gerekli dal. Hata payını en aza indirgemeye yardımcı olan.
	Süreç	Mühendisliğin nasıl yapıldığını tanımlar	**ÖT13:** Bir alanda örneğin bina yapımı bunun her türlü projesinin hesaplarının yapılması, bir düzen içinde gerçekleştirebilme. **ST13:** Bir şey inşa edileceğinde onun yapım aşamasına kadar her şeyi planlayan, çizen bir meslektir.
	İlişki	Mühendislik ve diğer STEM alanları arasındaki ilişki	**ÖT26:** Fen ve matematiği harmanlayıp hayatı kolaylaştıran birtakım şeyler yapmak. **ST15:** Teknolojinin daha geliştirilebilmesine katkı sağlayan bu alan, diğer alanların hemen hemen hepsi ile etkileşerek teknoloji ve bilime yön verir.
	Üretim/Ürün	Mühendislik sadece ürünleri ile tanımlanır.	**ÖT19:** Üretme, inşa etme, tasarlama. **ST25:** Teknoloji aletlerin yapımı hakkındaki kısım ile ilgilenilmesi.

Öğretmen adaylarının STEM disiplinlerinden Matematik alanı tanımlamaları için verdiği cevaplardan örnekler aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Çizelge 3.8. STEM-A Ölçeği Matematik alanı için kategoriler ve katılımcı örnekleri.

Tema	Kategori	Tanımlar	Katılımcıların Yanıtlarından Örnekler
Matematik	Doğası	Matematiğin doğası ile ilgili özellikler	**ÖT9:** Sayılar ve rakamlar. Bunları kullanım şeklimiz. **ST11:** İnsan hayatının bir parçası. Her an hayatımızda yararlanmakta olduğumuz bilim.
	Beceri	Matematiksel beceriler	**ÖT24:** Matematik zekamızı geliştirmemizde, günlük yaşamda bazı hesaplamalarda kullandığımız önemli alanlardan biridir. **ST10:** Hesaplama, ölçüm, hassasiyet, verim alma, oran, denge.
	Yöntem	Matematiksel yöntemler	**ÖT14:** İşlemler, sayılar ve onlar arasındaki bağlantıyı açıklayan, günlük hayatta da karşımıza çıkan bilim dalı. **ST4:** Hayatımızı kolaylaştıracak her şeyin sayısal veriler kullanılarak gerek üretim gerek kullanım anında hesaplanması. Gerekenleri hesaplayan bilim dalı.
	İlişki	Matematik ve diğer STEM alanları arasındaki ilişki	**ÖT15:** Matematiksiz bir teknoloji olamaz. Fen ve mühendislik alanına yön verir. Teknolojinin oluşumunda etkilidir. **ST18:** Bence bütün bilim dallarının, hatta sanat dallarının da özü ya da babası gibi bir şey.

Katılımcılara önce STEM eğitiminden daha önce haberdar olup olmama durumları sorulmuş ve daha sonra STEM eğitimini tanımlamaları istenmiştir. Bu bölümde katılımcıların STEM eğitimi tanımına yönelik verdikleri cevaplar beş kategori

altında kodlanmıştır. Çizelge 3.9'da kategoriler ve bu kategoriler için katılımcı örnekleri gösterilmektedir.

Çizelge 3.9. STEM-A Ölçeği STEM eğitimi tanımı kategorileri ve cevap örnekleri.

Kategoriler	Katılımcıların cevaplarından örnekler
Alanlar Arasında İlişki	ST13: Fen, teknoloji, mühendislik, matematik alanlarının birbiri arasındaki disiplinlerle yürütüldüğü her şeyin alanına göre planlanıp yapıldığı bir yaklaşımdır.
Alanlarda Bütünlük	ST4: En az maliyet ve en yüksek verimde hayatımızı kolaylaştırmak ve günlük hayatta teknolojik gelişmeleri anlamamıza ve kendimizin üretim yapmamıza yardımcı olacak fen, teknoloji, mühendislik matematik alanlarının birlikte kullanılması
Alanlar Arası İş Birliği	ST1: Fen, teknoloji mühendislik uygulamaları ve matematiğin işbirlikli şekilde kullanılarak, (kimi zaman iki, üç tanesi kimi zaman hepsi iç içe olacak şekilde) bir şeyler yapmak, tasarlamak, üretmek.
Gerçek Hayatla İlişkilendirme	ST25: Günlük hayatta karşılaşabileceğimiz sorunları iyileştirmeye yönelik öğrencileri bu olay hakkında çözüm üretecek şekilde fen, mühendislik, matematik, teknoloji kullanarak çözüm bulması istenir. Farklı bilim dalları ile de etkileşim halinde grup dayanışması davranışı kazandırması beklenir.
Alanlar Arası Ayrışma	*
Diğer	ÖT10: fen, teknoloji, matematik ile ilgili eğitim programı içerikli bir topluluk olabileceğini düşünüyorum.

*****Alanlar Arası Ayrışma temasında öntest ve sontestte cevap kodlanmadığından bu kategori çıkarılmıştır.

Öğretmen adaylarının Mikrobiyolojik Korozyon vakası okumasında STEM disiplinlerinin ne şekilde yer aldığında dair verdikleri cevaplardan örnekler çizelge 3.10.'da sunulmuştur.

Çizelge 3.10. STEM-A Ölçeği Mikrobiyolojik Korozyon Vakası STEM disiplinleri için kategoriler ve cevap örnekleri.

Tema	Kategori	Tanım	Katılımcıların cevaplarından örnekler
Fen	İçerik	Metin okumada bahsedilen bilimsel terimler vurgulanır	ST27: Korozyonun metal ve metal alaşımların bulunduğu ortam ile veya elektrokimyasal tepkime vererek bozunması olayı olarak yer alır.
	Açıklama	Bilimin, vakayı bilimsel olarak açıklamada veya okuyuculara daha açık hale getirmede rolü olduğu belirtilmektedir.	ST23: Korozyonun nasıl gerçekleştiğini, kimyasallarla ilişkili olan bölümünü açıklamıştır.
	Araştırma	Bilimin böyle bir konuyu araştırma rolü olduğu belirtilmektedir.	ÖT5: Araştırmanın gerçekleştirilmesinde verilerin elde edilmesinde kolaylık sağlama amaçlı…
Teknoloji	Genel teknoloji	Teknoloji yüzeysel olarak tartışılır veya bir ürün tarafından örneklendirilir.	ST7: Verilerin toplanması için teknolojik araçlarla veriler kaydedilir.
	Araştırma teknolojisi	Vaka ile ilgili konuların araştırılmasında kullanıldığı düşünülen teknoloji	ÖT2: Korozyon hakkında çok sayıda ülkede yapılan araştırmalar
	İlişki	Teknoloji, diğer STEM alanları veya ürünleri arasındaki ilişki kullanılarak açıklanmaktadır.	ST29: Ülkelerin ne kadar zarara uğradığını, korozyonu daha iyi anlamak, korozyonun çevreye zararlarını daha iyi anlamak için teknolojiden yararlanılır.

Mühendislik	Mühendislik-üretim	İnsan yapımı yapılar veya kimyasal mühendislik gibi belirli mühendislik alanları tarafından belirtilir.	ÖT20: Köprü yapımında, araç tasarımında mühendisler korozyonu göz önünde bulundurarak gerekli önlemleri almalıdır.
	İşlev	Mühendisliğin işlevi belirtilir.	ST29: Yapılan köprüler, konutlar, otomobiller vs. korozyon sebebiyle riskli olduğu için bunları inşa ederken daha sağlam ve dayanıklı yapılması için mühendisler çalışabilir.
	Süreç	Mühendisliğin nasıl yapıldığı belirtilir.	ST11: Yapılan bu çözüm bulma çalışmalarının planlaması, uygulaması, teknik geliştirme…
	İlişki	Mühendislik, diğer STEM alanları veya ürünleri arasındaki ilişki kullanılarak açıklanmaktadır.	ST25: Kimya Müh. İlgilendirebilir. Biyolog canlılardan nasıl koruyabiliriz bunu söyler. Çevre mühendisi var.
Matematik	Doğası	Matematik, doğası ile ilgili hesaplamalar, sayılar ve istatistiksel veriler gibi kavramlar olarak ifade edilir.	ÖT19: Sayısal verilerden yararlanılmıştır.
	Beceri	Veri analizi, yorumlama ve sentez gibi matematiksel beceriler, olaydaki matematiğin tanımlanmasında ifade edilir.	ST19: Korozyon zararlarının verilerinin toplanması ve hesaplanması…
	İlişki	Matematik, diğer STEM alanları veya ürünleri arasındaki ilişki kullanılarak açıklanmaktadır.	ST16: Boru hatlarında meydana gelen hasarların harcamalarının hesaplanması…

Öğretmen adaylarına Mikrobiyolojik Korozyon vakası ile ilgili nasıl bir proje gerçekleştirebileceklerine dair yöneltilen soruya verdikleri cevaplardan örnekler çizelge 3.11.'de sunulmuştur.

Çizelge 3.11. STEM-A Ölçeği Mikrobiyolojik Korozyon Vakası öğretimi temaları ve katılımcı örnekleri.

Tema	Kategoriler	Tanım	Katılımcıların cevaplarından örnekler
Eylem	Ders içi çalışmalar	Ders içinde öğrencilerle gerçekleştirilmesi planlanan çalışmalar	
	Okul çalışmaları	Okul kapsamında yapılması planlanan çalışmalar	ÖT9: Kendi okulumdaki öğretmen arkadaşlarıma konuyla ilgili bilgi verip, bu konuyu öğrencilerimize nasıl aktaracağımızı konusunda bir fikir birliğine varırız. Uygun bulduğumuz bir seminer ya da etkinlik uygulardık.
	Geniş çaplı çalışmalar	Ülke/Dünya çapında yapılması planlanan çalışmalar	ÖT29: Türkiye'de bu konu ile ilgili bir araştırma yapılmamış. Donanımlı bir araştırma yapılıp, ne kadar zarar verdiğini görmeliyiz…
	İşbirlikli çalışmalar	Diğer disiplinlerle ortak planlanan çalışmalar	
	Laboratuvar çalışmaları	Deneysel çalışmalar	ÖT17: …etki eden mikroorganizmaları inceleme ihtiyacı duyardım. Etki ettiği alanları saptar, alternatif çözümler üretmeye çalışırdım…
	Literatür araştırmaları	Konu üzerine araştırma planları	ST23: Korozyonun sebeplerini bununla ilgili yapılan çalışmaları incelerim.
	Yüzeysel çalışmalar	Projenin sadece genel hatlarından bahsedilmesi	ÖT21: Mikrop ve bakterilerin çoğalasını önleyecek yolları izlerim.

Destek	Finansal destek		ÖT8: Maddi destek ve koruma savunma desteği alırım.
	Teknik destek		ST1: ...Araştırma ekibim olması…
	Devlet desteği		ST15: …direkt korozyonun zarar verdiği alana götürebilirim. Bunun için gerekli bütçeye ve izinlere ihtiyacım olabilir.
	İşgücü kaynakları desteği	Farklı alanlarda uzmanlara duyulan ihtiyaç	ST8: Gerekli çalışmalar için diğer alanlardan bilgimin yettiği kadar teknoloji, matematik, mühendislik veya bu alanlarda çalışan kişileri bularak projeyi oluşturmaya çalışırım.

Öğretmen adaylarının Radyoaktif Filler vakası okumasında STEM disiplinlerinin ne şekilde yer aldığında dair verdikleri cevaplardan örnekler çizelge 3.12.'de sunulmuştur.

Çizelge 3.12. STEM-A Ölçeği Radyoaktif Fiiller Vakası STEM disiplinleri için temalar ve katılımcı örnekleri.

Tema	Kategori	Tanım	Katılımcıların cevaplarından örnekler
Fen	İçerik	Fen müfredatının bir parçası olan bilim kavram ve terimleri ifade edilir.	ST3: Parçacık fiziğine değinilmiştir.
	Açıklama	Bilimin vakayı anlamada bir rolü olduğu belirtilmektedir.	ÖT14: Formülün yüklemlere yarılanma ömrü vermesi.
	İşbirliği	Bilim ve dilbilimin iş birliği belirtildi.	ST10: Matematik profesörünün geliştirdiği formülü fen üzerinden parçacık fiziğine benzeterek açıklamaya çalışmış
Teknoloji	Genel teknoloji	Teknoloji ile ilgili ancak yüzeysel ve genel olan şeyler belirtilir.	ST26: Yarılanma ömrünü hesaplayan alet

	Süreç	Araştırmada kullanılan teknoloji.	ÖT16: Radyoaktivitenin bulunması, soyut-somut kavramların belirlenmesi
	İlişki	Teknolojiyi diğer STEM alanları arasındaki ilişkiyi tanımlayarak açıklar	ST11: Lieberman adlı matematikçinin arkadaşıyla birlikte geliştirmiş olduğu formül
Mühendislik	Yüzeysel mühendislik	Mühendislik isimleri veya olaydaki mühendislikle ilgili çok yüzeysel açıklamalar olarak ifade edilir.	ÖT13: Alanında uzman mühendislerin bu konuyu ele alıp araştırması olabilir.
	Beceriler	Modelleme, tahmin, problem çözme vb. Mühendislik becerileri belirtilmiştir.	ST19: Formülle yıl, zaman hesaplaması, veriler arasında ilişkileri karşılaştırma
	İlişki	Mühendisliği diğer STEM alanları arasındaki ilişkiyi tanımlayarak açıklar	ST11: Matematikçilerin geliştirmiş oldukları formülü uygularken bir plan doğrultusunda hareket etmeleri ve yeni sonuçları eski sonuçlarla karşılaştırmaları
Matematik	Doğası	Matematik, doğası ile ilgili hesaplamalar, sayılar ve istatistiksel veriler gibi kavramlar olarak ifade edilir.	ST23: Yıl hesaplamaları ve öğrenme süresinin hesaplanması
	Beceri	Veri analizi, yorumlama ve sentez gibi matematiksel beceriler, olaydaki matematiğin tanımlanmasında ifade edilir.	ST14: Erez adlı matematikçinin geliştirdiği formül, yarılanma süresi hesaplaması
	İlişki	Matematiği diğer STEM alanları arasındaki ilişkiyi tanımlayarak açıklar	ST25: Fizikteki olayı, İngilizce geçmişine bakarak belli sayılara dönüştürüyor.

Öğretmen adaylarına Radyoaktif Filler vakasını öğretimlerinde nasıl kullanabileceklerine dair yöneltilen soruya verdikleri cevaplardan örnekler çizelge 3.13.'te sunulmuştur.

Çizelge 3.13. Radyoaktif fiillerin durum öğretiminde kullanılması temaları ve katılımcı örnekleri.

Kategoriler	Katılımcıların cevaplarından örnekler
Öğrencileri Bilgilendirmek İçin Kullanma	ST30: Ben de bu metinde olduğu gibi fen üzerinden bu konuyu kavramaları için öğrencilere örnekler verir, bu olayı anlatırdım.
Bir Kavramı Açıklamak İçin Kullanma	ST3: Fiillerin bozunumlarından bahsederdim, öğrencilerime matematiksel verileri söylerdim. Bu fiilleri kimyayla ilişkilendirip bir bileşiğe benzetip aslında olmaları gerektiği biçimi parçalayıp gösterirdim…
Ödev İçin Kullanma	ÖT27: …ilgilerini çekerek araştırma yapmalarını isterdim.
STEM Disiplinleri/Öğretmenleri ile İşbirliği	ST4: Bir İngilizce öğretmeniyle dersi bu şekilde açıklayarak anlatmayı denerdim.

3.5.4. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Analizi

Çalışmada yarı yapılandırılmış görüşmeler ile ulaşılan ses kayıtlarının bilgisayar ortamında yazıya dökülmesinden sonra görüşmeden elde edilen verilerin ayrıntılı bir şekilde analizi amacıyla nitel veri analizi yöntemlerinden olan içerik analizi tercih edilmiştir. İçerik analizinin amacı, elde edilen verilerden yola çıkarak kavramlar arası ilişkileri açıklayabilecek kod, tema ve kategorilere ulaşmaktır. (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Görüşmelerden elde edilen veriler ışığında araştırmacı tarafından kodlamalar yapılarak tema, alt tema ve kategoriler oluşturulmuştur. Bu tema, alt tema ve kategoriler

oluşturulduktan sonra alanında uzman iki fen eğitimcisinin görüşlerine sunulmuş, son şekli verilmiş ve böylece iç tutarlılık sağlanmaya çalışılmıştır.

BÖLÜM 4

BULGULAR

Yürütülen bu çalışmada öğretmen adaylarının STEM eğitimi uygulamalarını deneyimleyecekleri, bunun yanı sıra da bilimsel yaratıcılık, problem çözme becerisi ve STEM farkındalıklarının geliştirilebileceği bir öğrenme ortamı yaratmak ve sonuçlarını değerlendirmek amaçlanmıştır. Bu amaçla Fen Öğretimi Laboratuvarı Uygulamaları I dersi kapsamında STEM eğitimine uygun şekilde çalışmalar yapılmıştır. Süreci değerlendirmek amacıyla öğretmen adaylarından bilimsel yaratıcılık, problem çözme becerisi, STEM farkındalığı ve öğretmen adaylarının STEM eğitimine yönelik görüşleri ile ilgili veriler toplanmıştır. Bu bölümde çalışmadan elde edilen bulgular ve yorumlar sırasıyla yer almaktadır.

4.1. Pilot Çalışmaya İlişkin Bulgular

4.1.1. Pilot Çalışmaya İlişkin Nicel Bulgular

Katılımcıların STEM Eğitimi ile İlgili Öğretmen Görüşleri Ölçeği öntest sontest puan ortalamalarının karşılaştırılması amacıyla uygulanan ilişkili örneklemler için t-Testi sonuçları Çizelge 4.1.'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.1. STEM eğitimi ile ilgili öğretmen görüşleri ölçeği öntest-sontest puanlarına ilişkin ilişkili örneklemler için t-testi sonuçları.

Ölçek	**N**	$\bar{x}$	**SS**	**sd**	**t**	**p***
Öntest	27	61,26	4,09	26	2,76	0,01
Sontest	27	64,11	3,19			

*p<,05

Çizelge 4.1.'e göre katılımcıların STEM eğitimi ile ilgili görüşlerine ilişkin olarak öntest ve sontest puan ortalamaları arasında istatistiksel anlamda bir farklılık olduğu (p < ,05) görülmektedir.

4.1.2. Pilot Çalışmaya İlişkin Nitel Bulgular

Öğretmen adaylarının STEM uygulamasının yararlarına yönelik görüşlerine ilişkin elde edilen nitel verilerin analizinde tespit edilen tema, alt tema ve kategori dağılımı aşağıda verilmektedir.

Çizelge 4.2. STEM uygulamasının yararlarına yönelik görüşlere ilişkin bulgular.

Tema	Alt Tema	Kategori	Cevaplanma Yüzdesi
Öğrencinin kişisel gelişimi	Duyuşsal	Motivasyon, ilgi, tutum ve merak	%44
		Özgüven	%11
	Bilişsel		%30
	Beceri	Psikomotor	%52
		Düşünme	%96
		Sosyal	%33,33
		Yaratıcılık	%26

Öğretmen adayının kişisel gelişimi	Duyuşsal (ilgi)		%15
	Bilişsel		%4
	Beceri	Psikomotor	%7,4
		Yaratıcılık	%4
	Farkındalık (Eğitim ortamı, Birey yetiştirme)		%66,66

Öğretmen adaylarının STEM uygulamaları sürecinde karşılaştıkları zorluklara yönelik görüşlerinden tespit edilen tema, alt tema ve kategori aşağıda verilmiştir.

Çizelge 4.3. STEM uygulamaları sürecinde karşılaştıkları zorluklara yönelik görüşlere ilişkin bulgular.

Tema	Kategori	Cevaplanma Yüzdesi
Uygulama süreci	Zaman	%33,33
	Ürün tasarlama	%77,77
Kişisel yetersizlik	Beceri	%14,81
Ortak çalışma süreci	Karar verme	%7,40
Meslek yaşantılarına yönelik olası zorluklar	Hakimiyet	%11,11
Zorlanmadım		%3,70

Öğretmen adaylarının STEM uygulamalarına yönelik önerilerine ilişkin tespit edilen tema, alt tema ve kategori aşağıda gösterilmektedir.

Çizelge 4.4. Öğretmen adaylarının stem uygulamalarına yönelik önerilerine ilişkin bulgular.

Kategoriler	Cevaplanma Yüzdesi
STEM uygulamasının sayı/süreye yönelik	%37
STEM uygulamasının içerik düzenlenmesine yönelik	%70,37
Öğretmenlerin gelişimine (eğitim ve materyal) yönelik	%7,40

Sonuç olarak pilot çalışmadan elde edilen nitel verilerin analizleri ışığında öğretmen adayları STEM eğitimi uygulamaları sırasında ürün geliştirme ve tasarım sürecinde zorlandıklarını belirtmiş olsa da bu uygulamaların hem öğrencilerin hem de öğretmenlerin el becerilerini, düşünme ve problem çözme becerilerini geliştireceği düşünüldüğünden sayısının daha fazla olması gerektiği yönünde görüş bildirdikleri tespit edilmiştir.

4.2. Çalışmaya İlişkin Bulgular

4.2.1. Problem Çözme Ölçeğinden Elde Edilen Bulgular

Verilerin analizinde öncelikle hangi istatistik yöntemin uygun olacağına karar vermek için katılımcılara ait sontest ve öntest puan farkları hesaplanarak verilerin normal dağılım gösterip göstermediğini tespit etmek için basıklık ve çarpıklık katsayıları belirlenmiştir (Büyüköztürk, 2012). Elde edilen veriler Çizelge 4.5.'te sunulmaktadır.

Çizelge 4.5. PÇÖ normallik testi değerleri.

	N	x̄	SS	Çarpıklık	Basıklık
Sontest Öntest Farkı	30	1,6333	7,57711	-,619	,429

Çizelge 4.5.'e göre çarpıklık ve basıklık değerlerinin -1 ve +1 aralığında olması puanların normal dağılım gösterdiğine (Büyüköztürk, 2012) ilişkin bir kanıttır. Daha sonra öğretmen adaylarının problem çözme becerilerine yönelik olarak PÇÖ öntest ve sontest puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek amacıyla parametrik yöntemlerden ilişkili örneklemler için t testi (paired samples t-test) kullanılmıştır. Elde edilen veriler Çizelge 4.5.'te gösterilmektedir.

Çizelge 4.6. PÇÖ ilişkili örneklem t testi sonuçları.

Test	N	x̄	SS	sd	t	p
Öntest	30	79,80	9,16	29	-1,181	,247
Sontest	30	81,43	9,49			

Öğretmen adaylarının PÇÖ öntest ve sontest puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir (t=-1,181, p>,05). Bu doğrultuda "*Araştırmaya katılan öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinin gelişimine STEM eğitimine dayalı yürütülen öğretimin etkisi yoktur."* şeklindeki $H_0 1$ hipotezi kabul edilmiştir.

4.2.2. Bilimsel Yaratıcılık Ölçeğinden Elde Edilen Bulgular

Çalışmanın bu bölümünde bilimsel yaratıcılık ölçeğinde yer alan yedi soru için öğretmen adaylarının öntest ve sontest puanlarının karşılaştırıldığı bulgulara yer verilmiştir.

Nicele dönüştürülen verilerin sontest ve öntest puan farkları hesaplanarak verilerin normal dağılım gösterip göstermediğini tespit etmek için basıklık ve çarpıklık katsayıları belirlenmiştir (Büyüköztürk, 2012). . Elde edilen normallik testi verileri Çizelge 4.7'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.7. BYÖ normallik testi değerleri.

	N	x̄	SS	Çarpıklık	Basıklık
Sontest Öntest Fark	30	9,3667	31,44835	,250	-,181

Çizelge 4.7'de görülen betimsel ve istatistiksel değerlerine göre; çarpıklık ve basıklık değerlerinin -1 ve +1 aralığında olması puanların normal dağılım gösterdiğine (Büyüköztürk, 2012) ilişkin bir kanıttır. Elde edilen verilere göre parametrik istatistik yöntemleri için gerekli normallik varsayımının karşılandığı tespit edilmiştir.

Öğretmen adaylarının öntest ve sontest puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek için ilişkili örneklem t testi (paired samples t test) kullanılmıştır. Bilimsel yaratıcılık ölçeğinin öntest ve sontest puanlarının ilişkili örneklem t testi sonuçları çizelge 4.8.'de sunulmuştur.

Çizelge 4.8. BYÖ ilişkili örneklem t testi sonuçları.

Test	N	x̄	SS	sd	t	p
Öntest	30	112,8000	31,35382	29	-1,631	,114
Sontest	30	122,1667	34,55339			

Çizelge 4.8. incelendiğinde BYÖ ilişkili örneklem t testi sonuçlarına göre öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılık becerilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir gelişim olmamıştır. Bu doğrultuda "*Araştırmaya katılan öğretmen adaylarının bilimsel*

yaratıcılıklarının gelişimine STEM eğitimine dayalı yürütülen öğretimin etkisi yoktur." şeklindeki $H_0 2$ hipotezi kabul edilmiştir.

4.2.3. STEM-A Açık Uçlu Anketinden Elde Edilen Bulgular

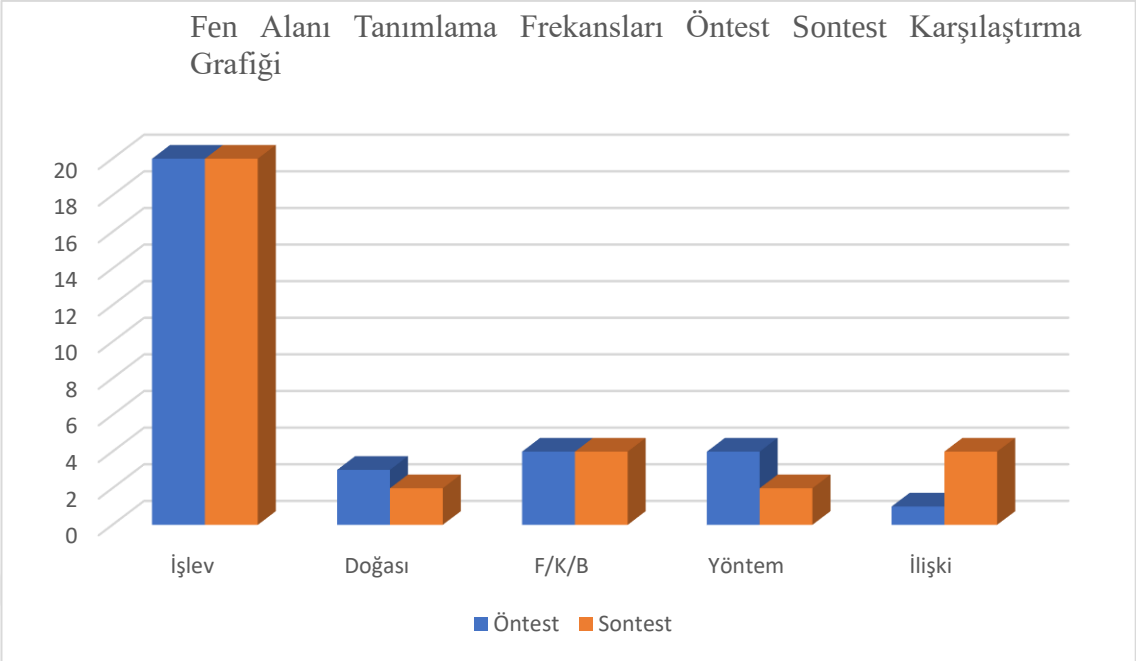
Bu bölümde öğretmen adaylarının STEM-A açık uçlu anketinden elde edilen verilerin analizlerine dair bulgulara ve yorumlara yer verilmiştir.

4.2.3.1.STEM-A Açık Uçlu Anketi 1. Bölüm Bulguları

Öğretmen adaylarından STEM-A açık uçlu anketinin birinci bölümünün ilk sorusunda STEM eğitimini ve STEM disiplinlerinden dördünü ayrı ayrı tanımlamaları istenmiştir.

Bir katılımcının cevabı birden fazla kategori ile kodlanabildiği için toplam kod sayısı toplam katılımcı sayısından fazla olabilir. Fen alanı için kodlanan temalar; doğası, işlevi, yöntem, ilişki ve Fizik/Kimya/Biyoloji (F/K/B)'dir. Teknoloji alanı için kodlanan kategoriler; süreç, işlevi, teknolojiyi geliştirenler ve ilişkidir. Mühendislik alanı için kodlanan kategoriler; işlevi, süreç, ilişki ve üretim/üründür. Matematik alanı için kodlanan kategoriler; doğası, beceri, yöntem ve ilişkidir.

Öğretmen adaylarının STEM disiplinlerini tanımlama frekansları her alan için ayrı olmak üzere öntest sontest karşılaştırma grafikleri aşağıda sunulmuştur.



Şekil 4.1. Fen alanı tanımlama frekansları öntest sontest karşılaştırması.

Şekil 4.1. incelendiğinde ilişki kategorisinde sontest lehine artış, yöntem kategorisinde sontest cevaplanma frekanslarında düşüş gözlemlenirken işlev ve F/K/B kategorisinde herhangi bir değişim gözlemlenmemiştir. Aşağıda katılımcıların cevaplarından doğrudan alıntı örnekleri sunulmuştur.

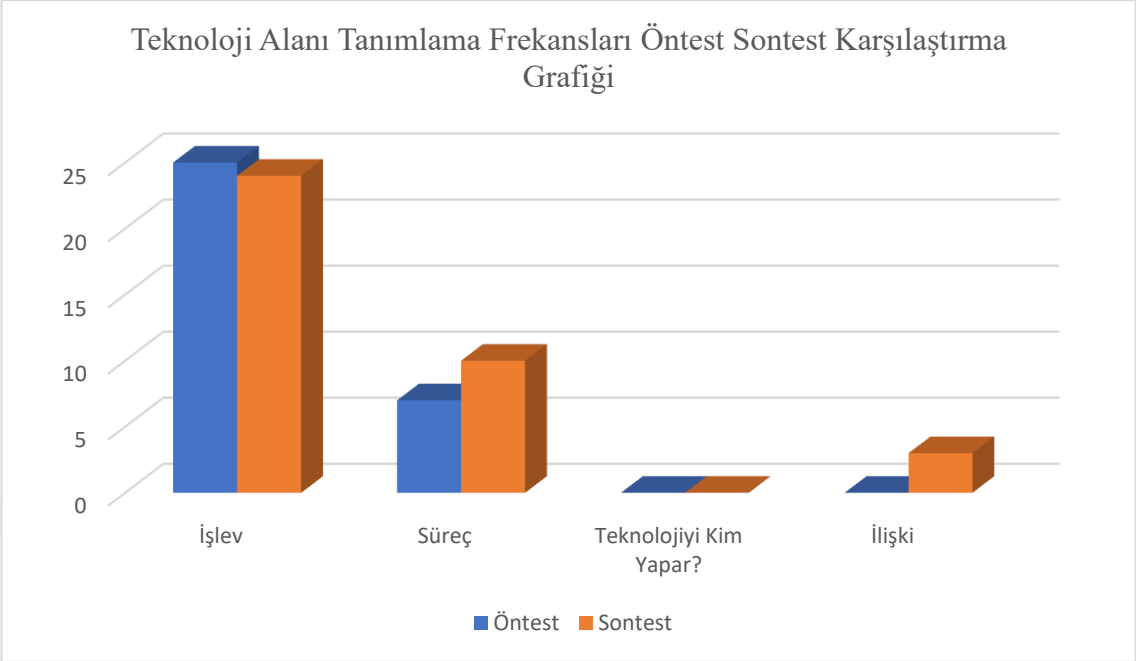
ÖT18: ‘‘…evrenin kanunlarını ifade ediyor…’’

ST4: ‘‘…günlük hayatta karşılaştığımız bütün olaylara bilimsel açıdan bakış açısı ve ispatlanması…’’

ST23: ‘‘…fen, bilim ve teknolojinin birleşimidir…’’

ST27: ‘‘…teknoloji, mühendislik ve matematik dallarına en çok yardımcı alandır…’’

Öğretmen adaylarının STEM disiplinlerinden teknoloji alanı tanımlama frekansları öntest sontest karşılaştırma grafiği aşağıda sunulmuştur.



Şekil 4.2. Teknoloji alanı tanımlama frekansları öntest sontest karşılaştırması.

Şekil 4.2. İncelendiğinde ilişki ve süreç kategorilerinde sontest lehine artış, işlev kategorisinde sontest cevaplanma frekanslarında düşüş gözlemlenmiştir. Teknolojiyi kim yapar? kategorisinde ise hem öntestte hem sontestte cevaplanma olmamıştır. Aşağıda katılımcıların cevaplarından doğrudan alıntı örnekleri sunulmuştur.

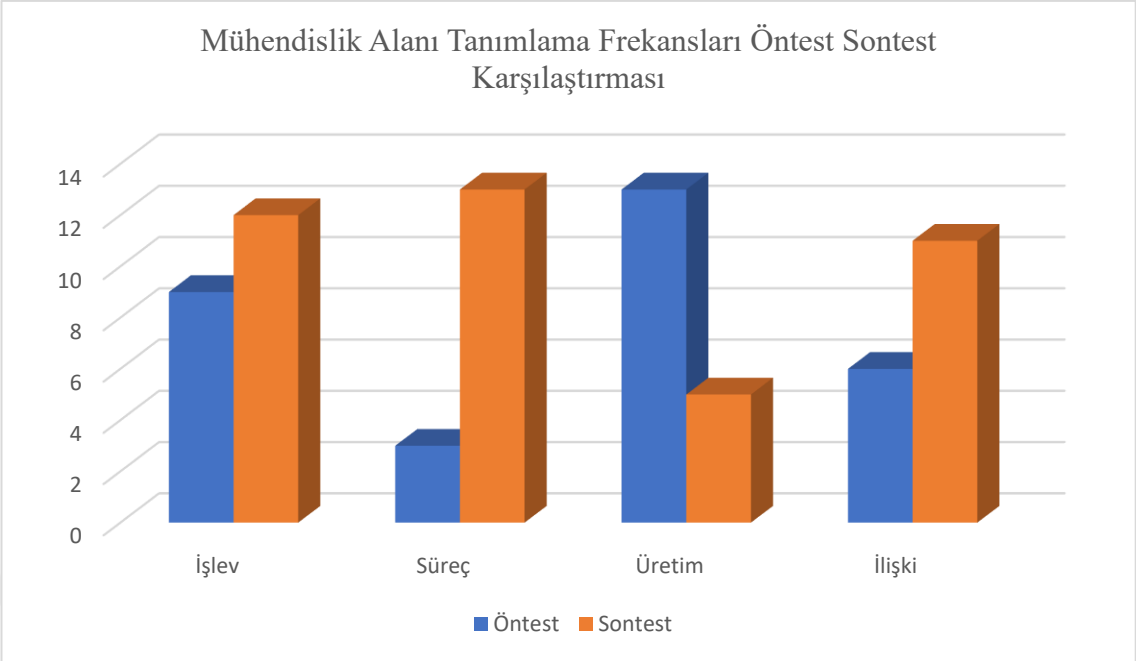
ÖT2: ‘‘…hayatı anlamaya yönelik, yeni şeyleri icat etmek ve inşa etmek…’’

ÖT17: ‘‘…günden güne gelişmekte ve yaşam şartlarımızı kolaylaştırıyor…’’

ST15: ‘‘…günlük yaşantımızı kolaylaştırmak adına diğer alanlar ile (fen, matematik vb.) etkileşim kurarak geliştirilen yeni ürünlerin veya yeni metotların araştırılıp, oluşturulduğu alandır…’’

ST6: ‘‘…beyinlerle oluşturulan fikirlerin tasarıma dönüştürülmesi, hayata geçirilmesi…’’

Öğretmen adaylarının STEM disiplinlerinden mühendislik alanı tanımlama frekansları öntest sontest karşılaştırma grafiği aşağıda sunulmuştur.



Şekil 4.3. Mühendislik alanı tanımlama frekansları öntest sontest karşılaştırması.

Şekil 4.3. incelendiğinde işlev, süreç ve ilişki kategorilerinde sontest lehine artış, üretim kategorisinde ise sontest cevaplanma frekanslarında düşüş gözlemlenmiştir. Aşağıda katılımcıların cevaplarından doğrudan alıntı örnekleri sunulmuştur.

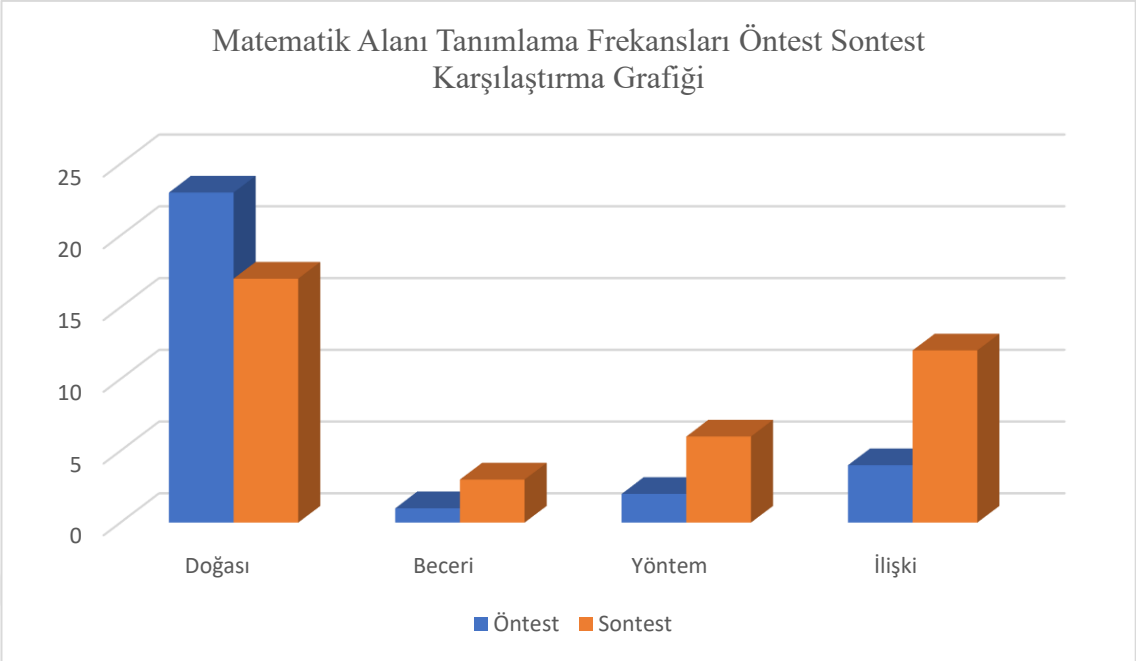
ÖT6: ‘‘…konut, köprü, zanaat, yapıları yapan meslek…’’

ÖT19: ‘‘…üretme, inşa etme, tasarlama…’’

ST14: ‘‘…mühendislik matematik ve fen ile ilgili becerileri kapsar. Neyin nasıl yapıldığı ve hangi malzemelerin kullanılacağı mühendisler tarafından kararlaştırılır…’’

ST18: ‘‘…teknolojinin matematiksel sistematiğine bakan tarafı anlatıyor. Örneğin gen mühendisliğiyle makine mühendisliği çok farklı gibi durmasına rağmen aslında aynı disiplinleri barındırıyor…geometrik şeyleri ifade ediyor…’’

Öğretmen adaylarının STEM disiplinlerinden matematik alanı tanımlama frekansları öntest sontest karşılaştırma grafiği aşağıda sunulmuştur.



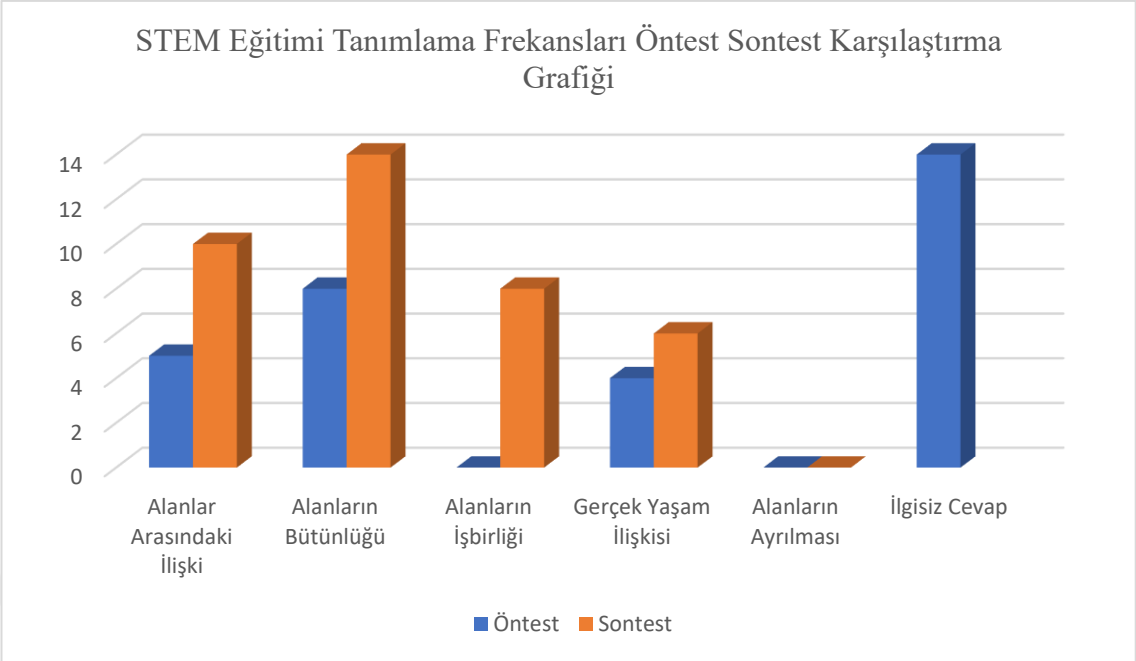
Şekil 4.4. Matematik alanı tanımlama frekansları öntest sontest karşılaştırması.

Şekil 4.4. incelendiğinde beceri, yöntem ve ilişki kategorilerinde sontest lehine artış, doğası kategorisinde ise sontest cevaplanma frekanslarında düşüş gözlemlenmiştir. Aşağıda katılımcıların cevaplarından doğrudan alıntı örnekleri sunulmuştur.

ÖT9: ‘‘…sayılar ve rakamlar. Bunları kullanım şeklimiz…’’

ST14: ‘‘…matematik bilimi mühendislikte ve birçok günlük hayatta kullandığımız rakamlar, sayılar ve bunlar arasındaki ilişkiyi kapsar…’’

STEM-A açık uçlu anketinin ilk bölümünün ikinci sorusunda öğretmen adaylarına STEM eğitimini tanımlamaları için STEM eğitiminden daha önce haberdar olma durumları sorulmuştur. Öntestte öğretmen adaylarının %60’ı bu terimi daha önce duyduklarını, %40’ı ise duymadıklarını belirtmişlerdir. Sorunun devamında öğretmen adaylarına STEM eğitimini tanımlamaları ya da ne olabileceğine dair tahminde bulunmaları istenmiştir. Öğretmen adaylarının %47’si STEM eğitimi ile ilgisiz cevaplar vermiştir. Şekil 4.5.’ te katılımcıların STEM eğitimi tanımlamalarının analizinde kullanılan kategoriler ve cevaplanma frekansları öntest ve sontest karşılaştırması şeklinde gösterilmektedir.



Şekil 4.5. STEM eğitimi tanımlama frekansları öntest ve sontest karşılaştırma grafiği.

Şekil 4.5. de görüldüğü üzere öntestte yüksek sayıda olan ilgisiz cevaplar sontestte alanlar arasındaki ilişki, alanların bütünlüğü, alanların işbirliği ve gerçek yaşam ilişkisi kategorilerine kaymıştır. Alanların ayrılması kategorisinde hem öntestte hem sontestte cevapla yapılmamıştır. Aşağıda katılımcıların cevaplarından doğrudan alıntı örnekleri sunulmuştur.

ÖT17: ‘‘…bu dört kavramın insan hayatı üzerindeki egemenliğini bireylere farkındalık yaratmak…’’

ÖT26: ‘‘… birkaç kere duydum. Feni öğretmek amacıyla lego vs. araçlarla tasarım oluşturmak…’’

ST1: ‘‘…fen, teknoloji, mühendislik uygulamaları ve matematiğin işbirlikli şekilde kullanılarak, (kimi zaman iki, üç tanesi kimi zaman hepsi iç içe olacak şekilde) bir şeyler yapmak, tasarlamak, üretmek…’’

ST2: ‘‘…kişinin fen. Matematik, teknoloji, mühendislik eğitiminin birbirleri arasında ilişki kurularak bir konuda fikir yürütürken aldığı eğitimi kapsar…’’

ST15: ‘‘…fen, teknoloji, mühendislik, matematik bu alanların birbiri ile ilişkilendirerek, bilgiyi öğrencinin bir bilim insanı gibi çalışarak keşfetmesidir. Öğrenci bilgiyi deneyerek, gözlemleyerek keşfeder. Daha kalıcı öğrenmenin sağlandığı bir eğitim modelidir…’’

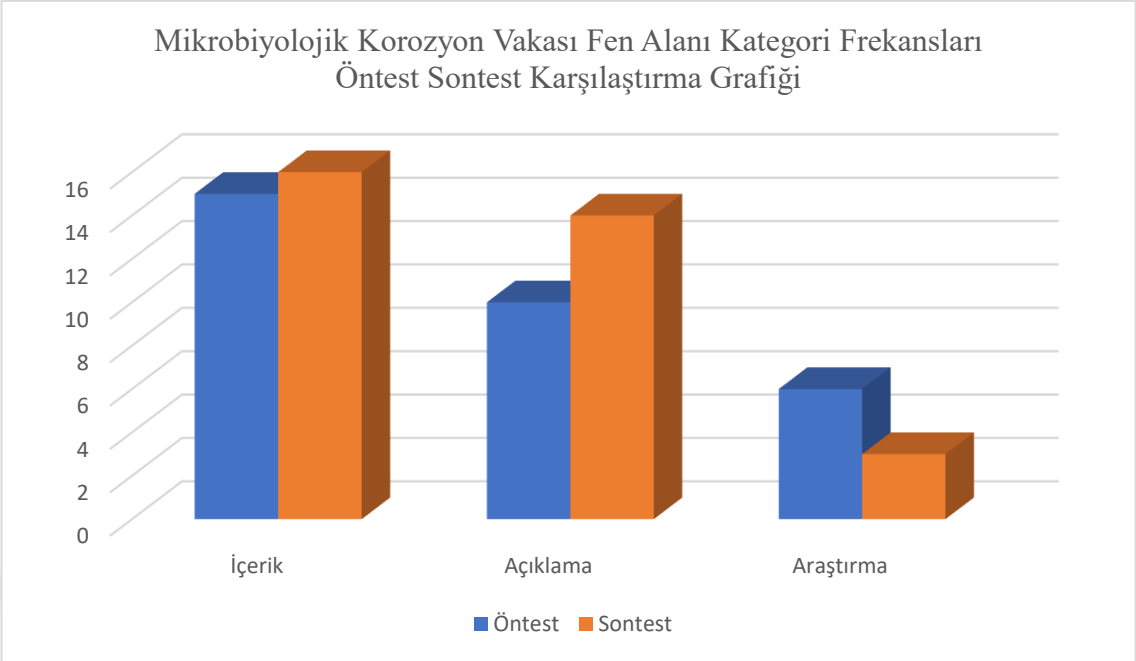
ST25: ‘‘…günlük karşılaşabileceğimiz sorunları iyileştirmeye yönelik öğrencileri bu olay hakkında çözüm üretecek şekilde fen, mühendislik, matematik, teknoloji kullanarak çözüm bulması istenir. Farklı bilim dalları ile de etkileşim halinde grup dayanışması davranışı kazandırması beklenir…’’

4.2.3.2.STEM-A Açık Uçlu Anketi 2. Bölüm Bulguları

Farkındalık ölçeğinin ikinci bölümünde katılımcılara iki adet örnek vaka sunulmuş ve metinlerle ilgili sorular yöneltilmiştir.

Mikrobiyolojik Korozyon Vakası

Sunulan ilk vaka Mikrobiyolojik Korozyon ’dur. Bu vakanın birinci sorusu metnin içinde yer alan STEM disiplinleriyle ilgilidir. Fen alanı için kodlanan kategoriler; içerik, açıklama ve araştırmadır. Teknoloji alanı için kodlanan kategoriler; genel teknoloji, araştırma teknolojisi ve ilişkidir. Mühendislik alanı için kodlanan kategoriler; mühendislik-üretim, işlev, süreç ve ilişkidir. Matematik alanı için kodlanan kategoriler; doğası, beceri ve ilişkidir. Bu sorunun tüm disiplinler için ayrı ayrı öntest sontest karşılaştırma grafikleri aşağıda sunulmuştur.

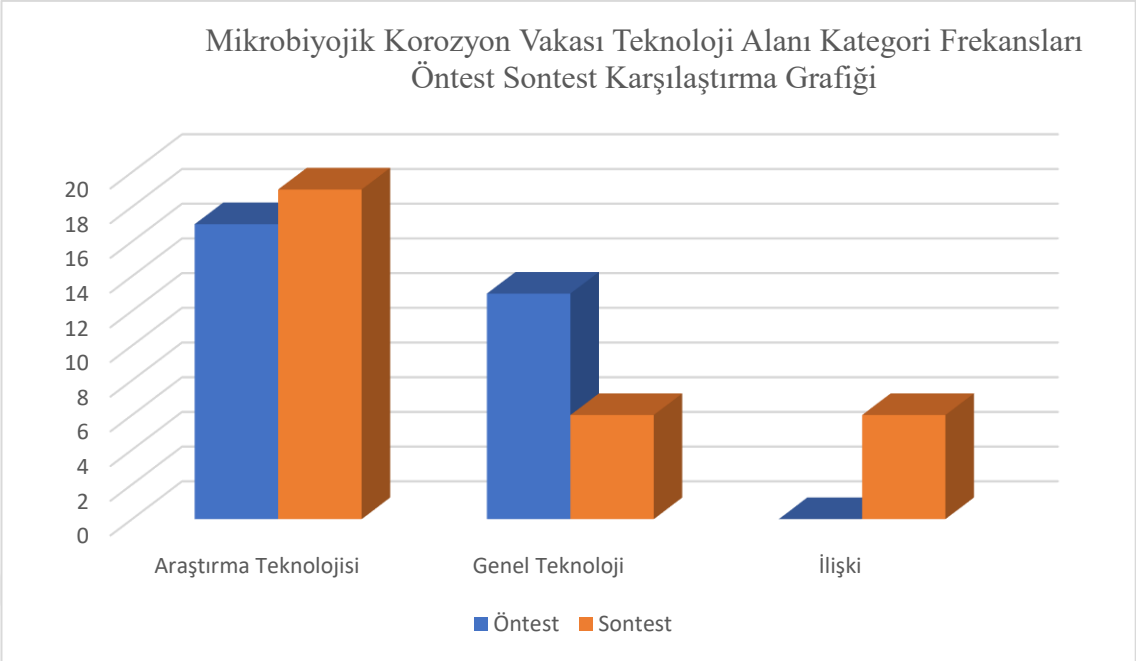


Şekil 4.6. Mikrobiyolojik Korozyon Vakası Fen alanı kategori frekansları öntest sontest karşılaştırma grafiği.

Öğretmen adaylarının Mikrobiyolojik Korozyon vakasında fen alanının nasıl yer aldığını cevapladıkları soruda sontestte içerik ve açıklama kategorilerinde kodlama önteste göre artarken araştırma kategorisinde sontestte düşüş görülmüştür. Aşağıda katılımcıların cevaplarından doğrudan alıntı örnekleri sunulmuştur.

ST3: ‘‘…mikrobiyolojik korozyonun metal ve metal alaşımları üzerine olan olumsuz etkileri incelenmiştir. Demirin paslanması gibi örnekler verilmiştir, endüstride zarara yol açtığı gözlemlenmiştir…’’

Öğretmen adaylarının mikrobiyolojik korozyon vakası okuması teknoloji alanı kategorileri ve cevaplanma frekansları öntest sontest karşılaştırma grafiği aşağıda sunulmuştur.



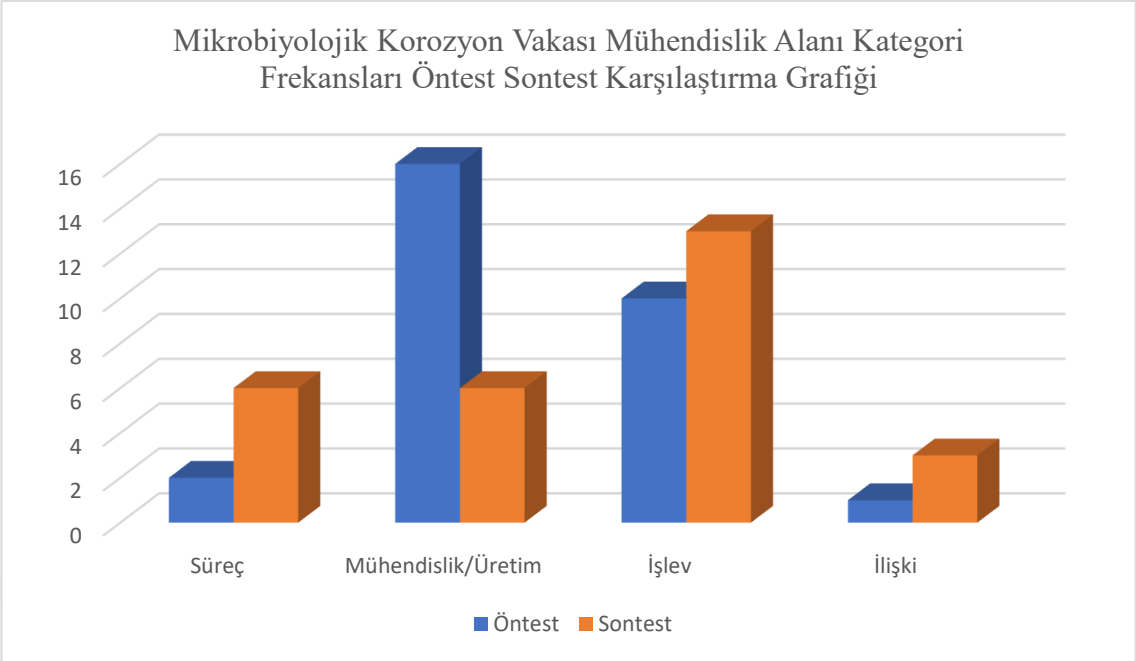
Şekil 4.7. Mikrobiyolojik Korozyon Vakası Teknoloji alanı kategori frekansları öntest sontest karşılaştırma grafiği.

Teknoloji alanında verilen cevaplarda öntestte genel teknoloji ile ilgili cevapların yerini sontestte araştırma teknolojileri ve teknolojinin diğer STEM branşları ile etkileşimi ile ilgili cevaplar almıştır. Aşağıda katılımcıların cevaplarından doğrudan alıntı örnekleri sunulmuştur.

ST15: ‘‘…modern endüstride problem olan korozyon ve bunun zararları teknoloji ile ilişkilidir…’’

ST18: ‘‘…hayatı kolaylaştıran yapıların (borular, konutlar, araçlar, …) hepsi teknoloji eseri…’’

Öğretmen adaylarının mikrobiyolojik korozyon vakası okuması mühendislik alanı kategorileri ve cevaplanma frekansları öntest sontest karşılaştırma grafiği aşağıda sunulmuştur.



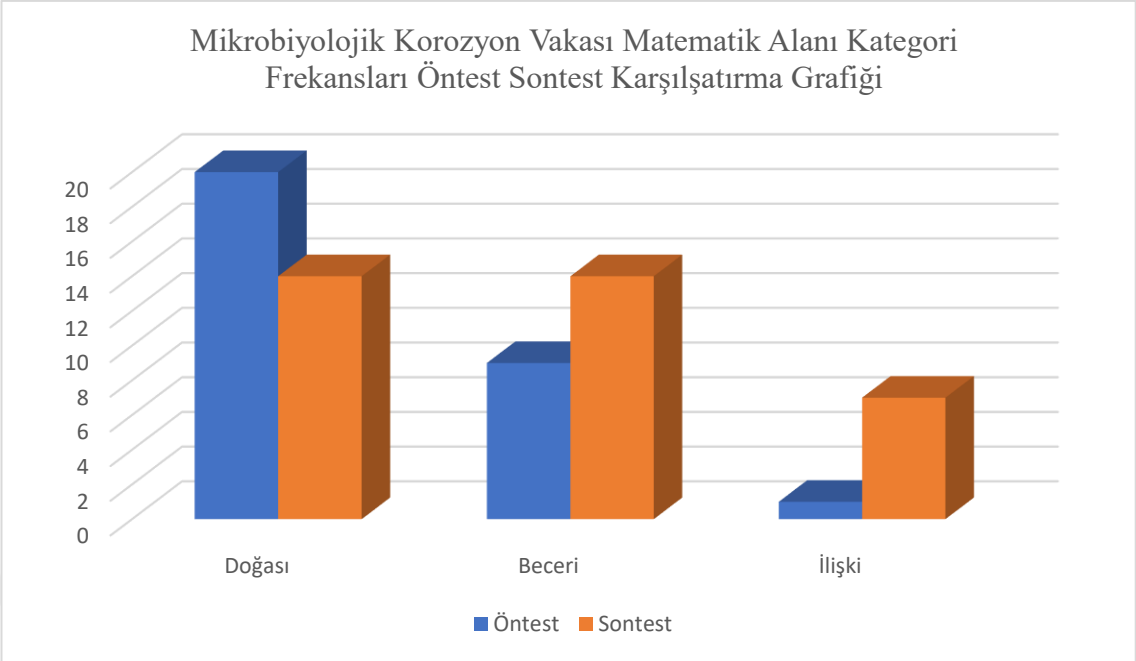
Şekil 4.8. Mikrobiyolojik Korozyon Vakası Mühendislik alanı kategori frekansları öntest sontest karşılaştırma grafiği.

Şekil 4.8. İncelendiğinde süreç, işlev ve ilişki kategorilerinde sontest lehine artış gözlemlenmiştir. Aşağıda katılımcıların cevaplarından doğrudan alıntı örnekleri sunulmuştur.

ST26: ‘‘…alaşım oluşturma, elektrokimyasal tepkimeleri tespit etme…’’

ST16: ‘‘…mikrobiyolojik korozyonun metal ve yapı malzemeleri üzerindeki zararlarının araştırılması…’’

Öğretmen adaylarının mikrobiyolojik korozyon vakası okuması matematik alanı kategorileri ve cevaplanma frekansları öntest sontest karşılaştırma grafiği aşağıda sunulmuştur.



Şekil 4.9. Mikrobiyolojik Korozyon Vakası Matematik alanı kategori frekansları öntest sontest karşılaştırma grafiği.

Şekil 4.9. incelendiğinde beceri ve ilişki kategorilerinde sontest lehine artış gözlemlenmiştir. Aşağıda katılımcıların cevaplarından doğrudan alıntı örnekleri sunulmuştur.

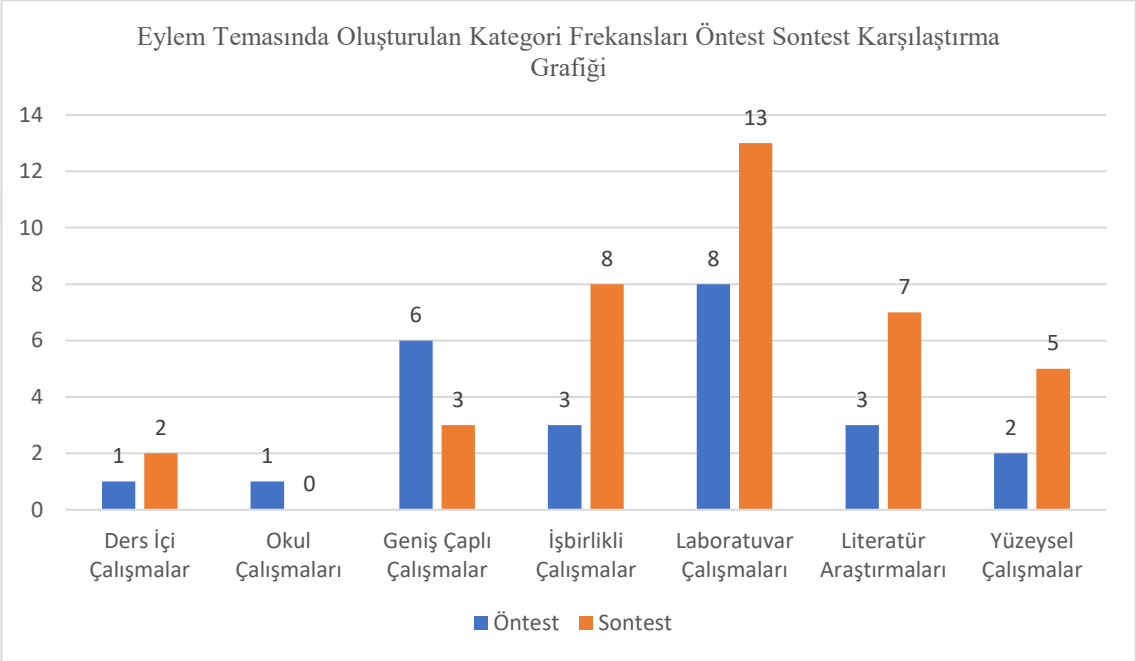
ST14: ‘‘…ülkelerin yıllık korozyon harcamalarının GSMH’nin değişiminin hesaplanması, mikrobiyolojik korozyonun zararlarının hesaplanması…’’

ST8: ‘‘…oluşan sonuçların sayılarla ifade edilmesi ve süreçlerin ihtimallerin de sayılarla etkilerinin değerlendirilmesi…’’

Mikrobiyolojik korozyon vakası ile ilgili öğretmen adaylarına yöneltilen ikinci soruda okudukları metindeki konu ile ilgili bir öğretmen olarak proje gerçekleştirecek olsalar nasıl yol izleyecekleri, nelere ihtiyaç duyabilecekleri sorulmuştur. Bu sorunun eylem temasında öğretmen adaylarının verdikleri cevaplardan yola çıkarak ölçeğin orijinalinden farklı olarak yeni kategoriler eklenmiştir. Eylem teması için kodlanan kategoriler; ders içi çalışmalar, okul çalışmaları, geniş çaplı çalışmalar, işbirlikli çalışmalar, laboratuvar çalışmaları, literatür araştırmaları ve yüzeysel çalışmalardır. Destek teması için kodlanan kategoriler ise; finansal destek, teknik destek, devlet desteği

ve işgücü kaynakları desteğidir. Bu sorunun iki tema için ayrı ayrı öntest sontest karşılaştırma grafikleri aşağıda Şekil 4.10 ve Şekil 4.11'de sunulmuştur.

Öğretmen adaylarının mikrobiyolojik korozyon vakası okuması eylem temasında oluşturulan kategoriler ve cevaplanma frekansları öntest sontest karşılaştırma grafiği aşağıda sunulmuştur.



Şekil 4.10. Mikrobiyolojik Korozyon Vakası Eylem temasında oluşturulan kategori frekansları öntest sontest karşılaştırma grafiği.

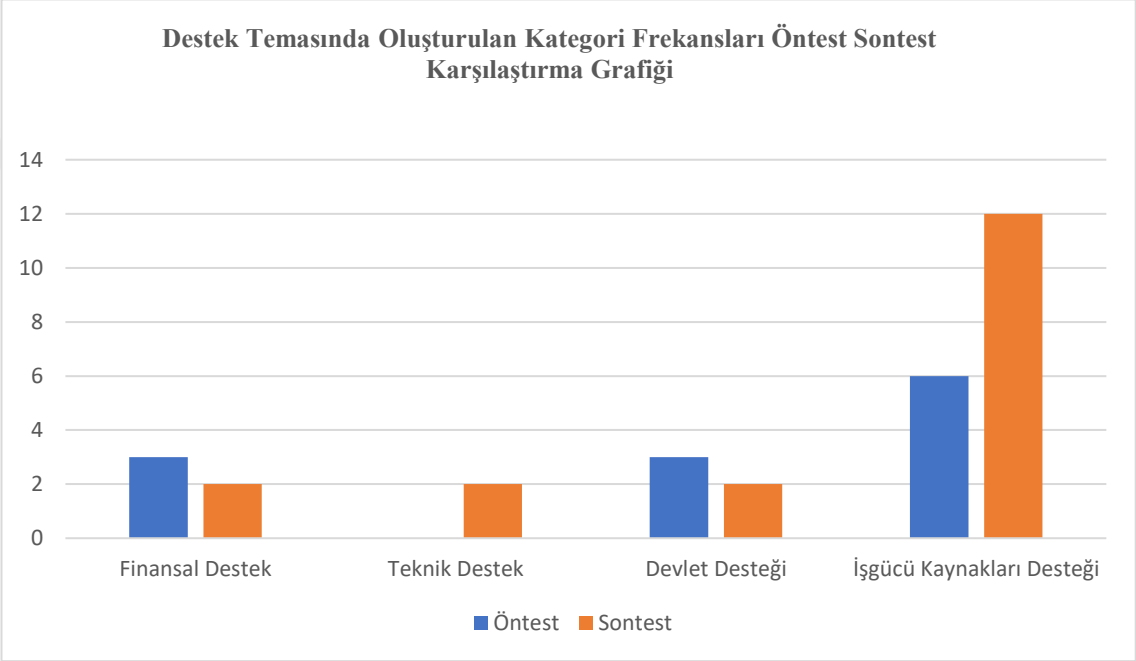
Şekil 4.10. incelendiğinde işbirlikli çalışmalar, laboratuvar çalışmaları ve literatür araştırmaları kategorilerinde sontest lehine artış dikkat çekmektedir. Aşağıda katılımcıların cevaplarından doğrudan alıntı örnekleri sunulmuştur.

ST9: ''…sorunun ne olduğunu daha ayrıntılı bir şekilde araştırırım. Hangi bölgelerde olması daha yüksek, bu zamana kadarki verdiği zararın ne şekilde olduğun bakarım. Tepkimelerin nasıl gerçekleştiğini, önlemek için neler yapabileceğimizi…''

ST15: ''…korozyonun zararlarını etkileyici bir şekilde öğrencilerime göstermek isterim…eğer mümkünse direkt korozyonun zarar verdiği bir alana götürebilirim…''

ST12: ‘‘…araştırıp sonra da çevreye ve halka bunu tanıtırdım. Bunun zararlarına dikkat çekerek halkı bilinçlendirmeye ve günlük hayatta sebep olan etken maddeler yerine daha doğal maddelerle bakteri üremesini azaltırdım…’’

Öğretmen adaylarının mikrobiyolojik korozyon vakası okuması destek temasında oluşturulan kategoriler ve cevaplanma frekansları öntest sontest karşılaştırma grafiği aşağıda sunulmuştur.



Şekil 4.11. Mikrobiyolojik Korozyon Vakası Destek teması kategori frekansları öntest sontest karşılaştırma grafiği.

Şekil 4.11. incelendiğinde işgücü kaynakları desteği kategorisinde sontest lehine gözlemlenen artış dikkat çekmektedir. Aşağıda katılımcıların cevaplarından doğrudan alıntı örnekleri sunulmuştur.

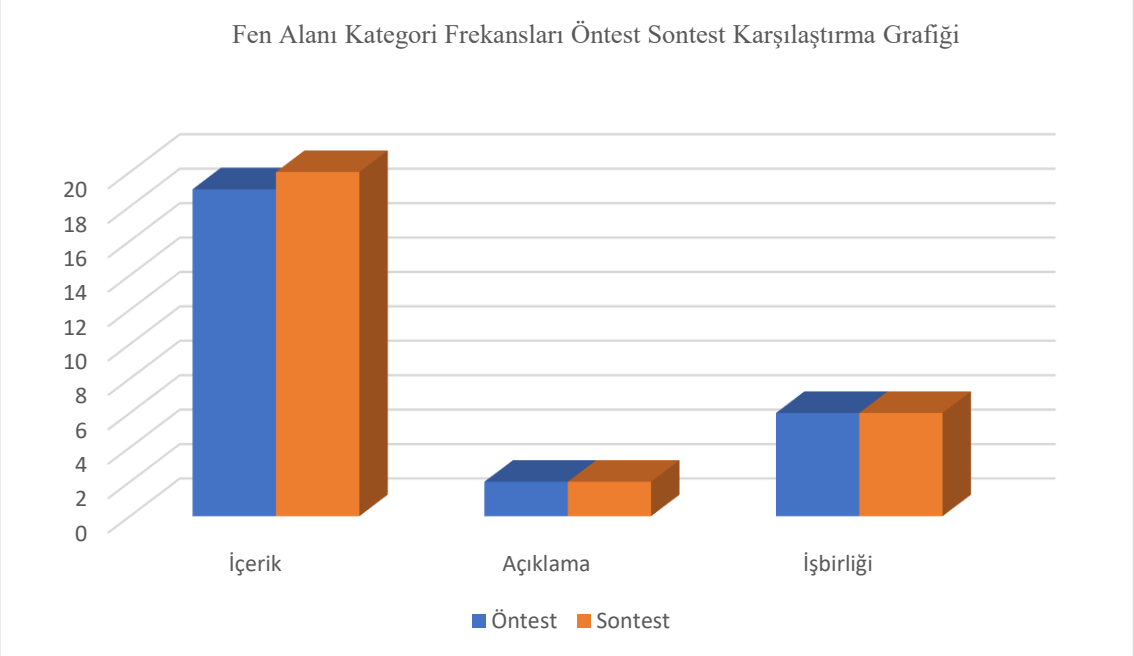
ST15: ‘‘…bütçe ve izinlere ihtiyacım olabilir…’’

ST12: ‘‘…halka duyurmak için sosyal medyaya ve kimya uzmanına ihtiyaç duyarım…’’

ST29: ‘‘…fen, teknoloji, mühendislik, matematik, jeoloji ve coğrafya alanlarından yardım alarak düşünürüm…’’

Radyoaktif Fiiller Vakası

Sunulan ikinci vaka ise Radyoaktif Fiillerdir. Bu vakanın birinci sorusu metnin içinde yer alan STEM disiplinleriyle ilgilidir. Fen alanı için kodlanan kategoriler; içerik, açıklama ve işbirliğidir. Teknoloji alanı için kodlanan kategoriler; genel teknoloji, süreç ve ilişkidir. Mühendislik alanı için kodlanan kategoriler; yüzeysel mühendislik, beceriler ve ilişkidir. Matematik alanı için kodlanan kategoriler; doğası, beceri ve ilişkidir. Her bir alan için temaların öntest sontest karşılaştırma grafikleri aşağıda Şekil 4.12, Şekil 4.13, Şekil 4.14 ve Şekil 4.15’te gösterilmektedir.



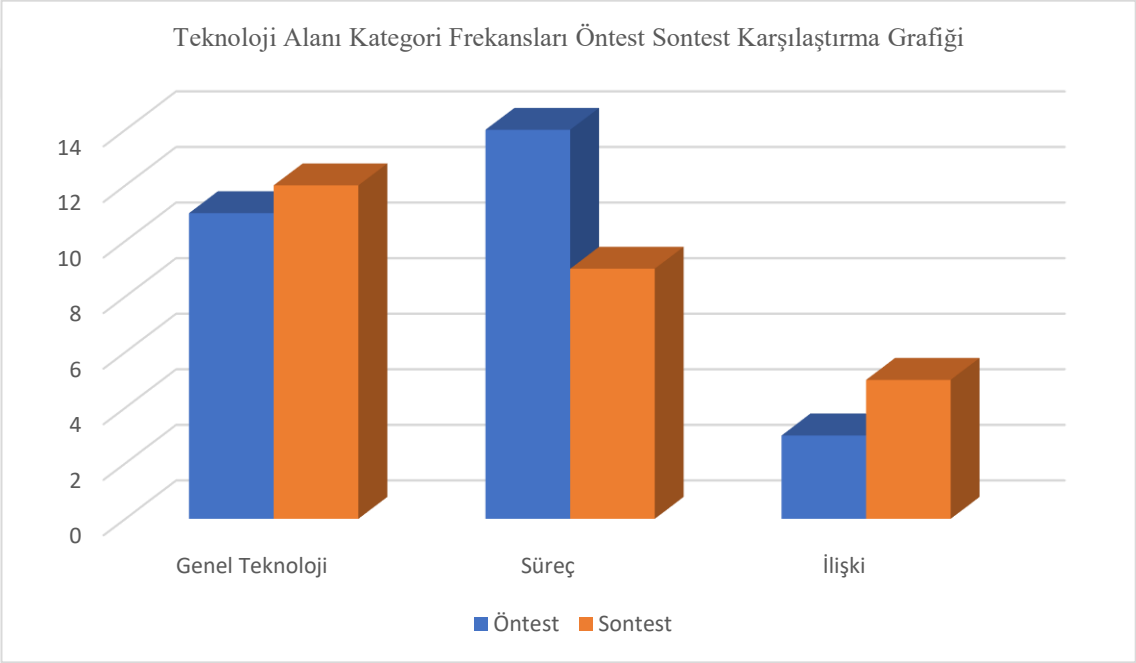
Şekil 4.12. Radyoaktif Fiiller Vakası Fen alanı kategori frekansları öntest sontest karşılaştırma grafiği.

Katılımcıların radyoaktif fiiller vakası okumasında fen alanının nasıl yer aldığına dair cevaplarında kayda değer bir farklılık gözlemlenmemiştir. Aşağıda katılımcıların cevaplarından doğrudan alıntı örnekleri sunulmuştur.

ST10: ‘‘…matematik profesörünün geliştirdiği formülü fen üzerinde parçacık fiziğine benzeterek açıklama…’’

ST4: ‘‘…İngilizce eğitimine yeni başlayan insanların zorlandığı konulardan biri olan geçmiş zaman formlarının fenciler tarafından daha kolay anlaşılır hale gelmesi sağlanmıştır…’’

Öğretmen adaylarının radyoaktif fiiller vakası okuması teknoloji alanı kategorileri ve cevaplanma frekansları öntest sontest karşılaştırma grafiği aşağıda sunulmuştur.



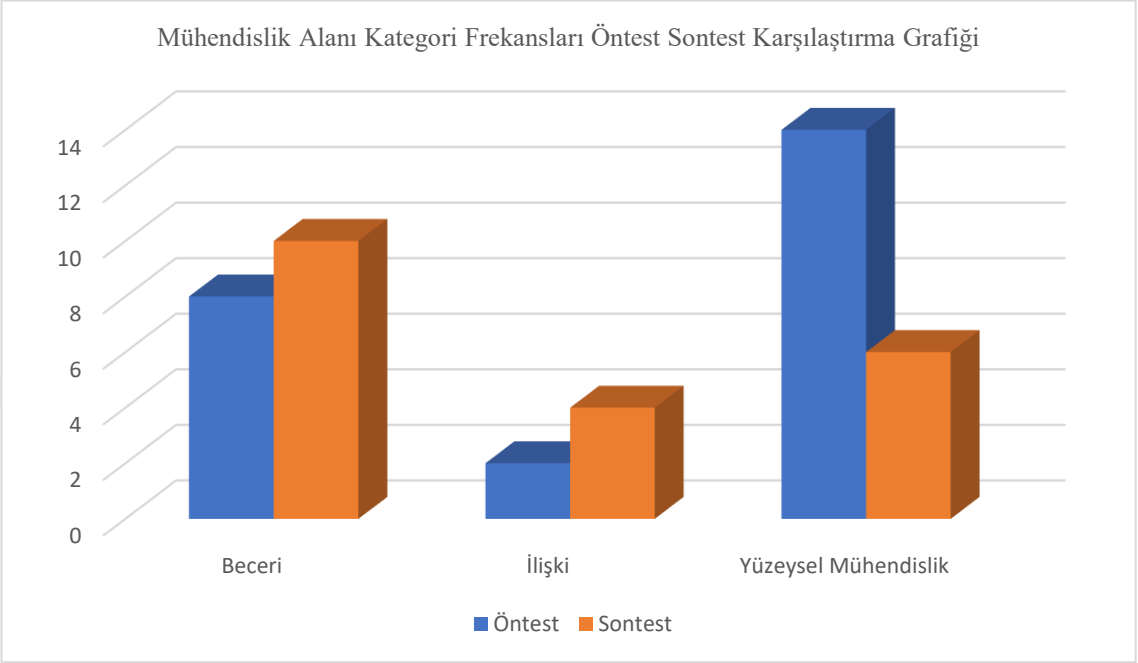
Şekil 4.13. Radyoaktif Fiiller Vakası Teknoloji alanı kategori frekansları öntest sontest karşılaştırma grafiği.

Şekil 4.13. incelendiğinde ilişki temasındaki sontest lehine artış dikkat çekmektedir. Aşağıda katılımcıların cevaplarından doğrudan alıntı örnekleri sunulmuştur.

ST15: ‘‘…bu süreçte radyoaktif bozunma ve bu süreç, yarılanma ömrü süreci teknoloji ile takip edilebilecek bir alandır…’’

ST18: ‘‘…parçacık fiziğini incelemek için kullanılan araçlar…’’

Öğretmen adaylarının radyoaktif fiiller vakası okuması mühendislik alanı kategorileri ve cevaplanma frekansları öntest sontest karşılaştırma grafiği aşağıda sunulmuştur.



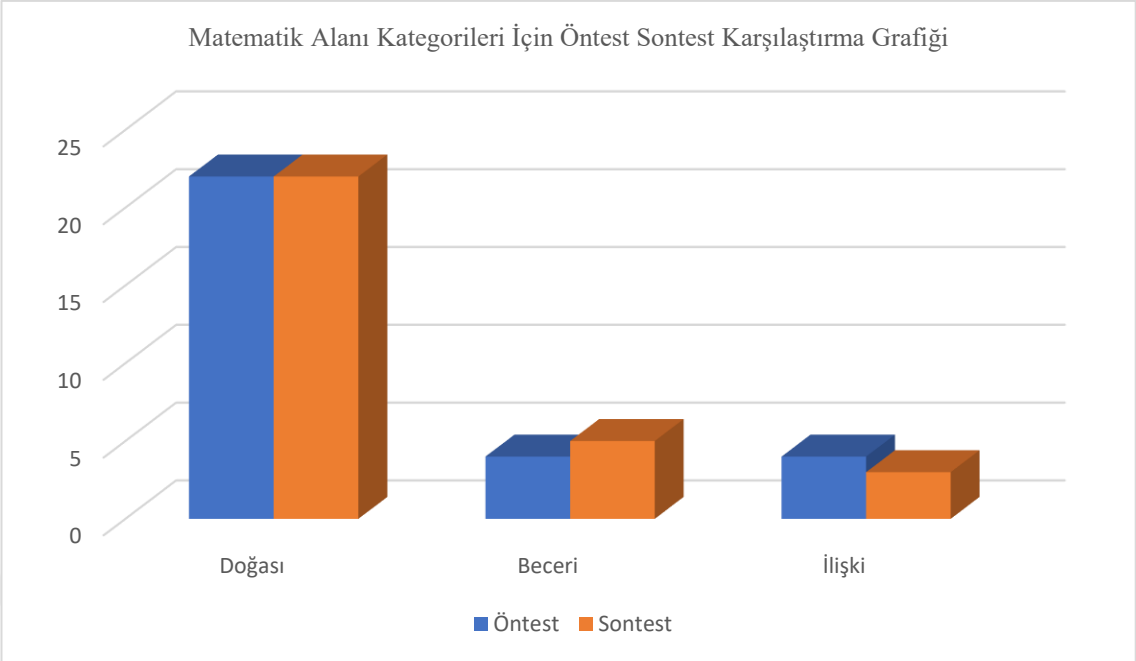
Şekil 4.14. Radyoaktif Fiiller Vakası Mühendislik alanı kategori frekansları öntest sontest karşılaştırma grafiği.

Şekil 4.14. incelendiğinde ilişki ve beceri temasındaki sontest lehine artış dikkat çekmektedir. Aşağıda katılımcıların cevaplarından doğrudan alıntı örnekleri sunulmuştur.

ST11: ‘‘…matematikçilerin geliştirmiş oldukları formülü uygularken bir plan doğrultusunda hareket etmeleri ve yeni sonuçları eski sonuçlarla karşılaştırmaları…’’

ST14: ‘‘…formülün oluşturulma süreçleri…formülü bulma süreci…’’

Öğretmen adaylarının radyoaktif fiiller vakası okuması matematik alanı kategorileri ve cevaplanma frekansları öntest sontest karşılaştırma grafiği aşağıda sunulmuştur.



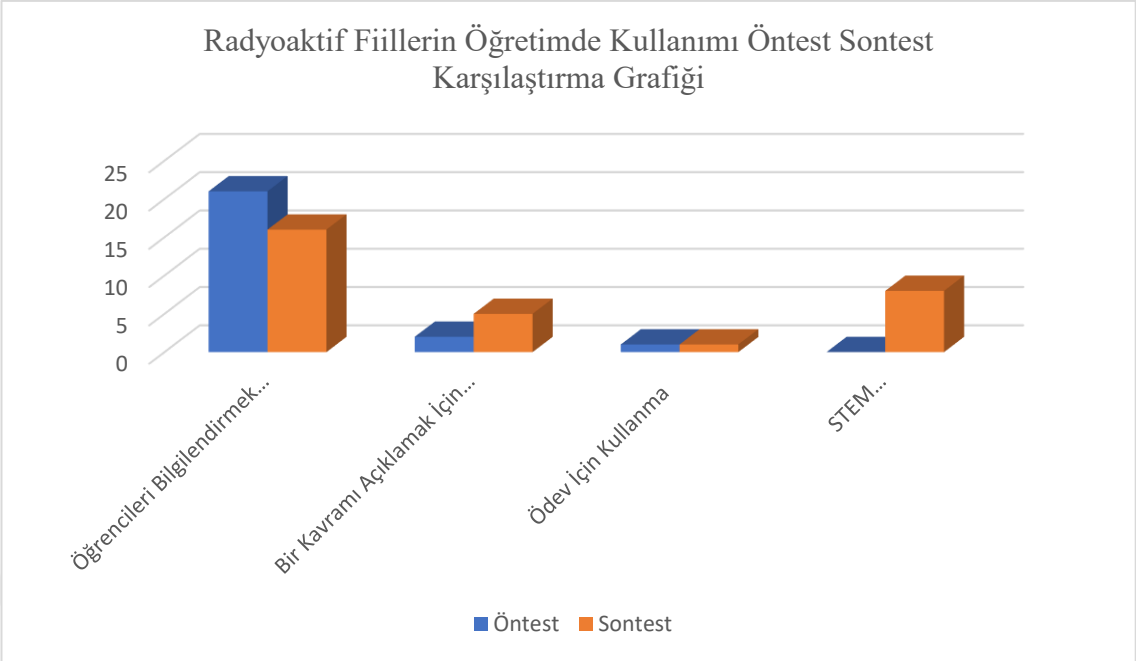
Şekil 4.15. Radyoaktif Fiiller Vakası Matematik alanı kategori frekansları öntest sontest karşılaştırma grafiği.

Katılımcıların matematik alanının okuma metninde nasıl yer aldığı sorusuna ilişkin cevapları incelendiğinde beceri kategorisinde sontest lehine artış görülmüştür. Aşağıda katılımcıların cevaplarından doğrudan alıntı örnekleri sunulmuştur.

ST25: ‘‘…fizikteki olayı, İngilizce geçmişine bakarak belli sayılara dönüştürüyor…’’

ST29: ‘‘…bir formül gibi düşünülüyor. Yıllar hesaplanıyor. Kelimelerin yaygınlaşmasının kaç yıl süreceği hesaplanıyor. Grafik oluşturuluyor…’’

Radyoaktif Fiiller vakasının ikinci sorusunda öğretmen adaylarına derslerinde bu konuya nasıl yer verecekleri sorulmuştur. Bu soru için kodlanan kategoriler; öğrencileri bilgilendirmek için kullanma, bir kavramı açıklamak için kullanma, ödev için kullanma ve STEM disiplinleri/öğretmenleri ile işbirliğidir. Verilerin grafik olarak karşılaştırılması Şekil 4.16’da görüldüğü gibidir.



Şekil 4.16. Radyoaktif Fiillerin durum öğretiminde kullanımı frekansları öntest sontest karşılaştırma grafiği.

Şekil 4.16. incelendiğinde STEM disiplinleri/öğretmenleri ile işbirliği kategorisinde sontest lehine artış gözlemlenmektedir. Aşağıda katılımcıların cevaplarından doğrudan alıntı örnekleri sunulmuştur.

ST15: ‘‘…bu haberin içeriğini daha çok Türkçe diline entegre etmeye çalışırdım. Türkçede herhangi bir kelime seçerek bu kelimenin yıllara göre bir radyoaktif madde gibi değişebileceğini söyleyebilirdim. Veya Türkçede unutulmuş artık kullanılmayan Farsça kökenli bir kelime seçerek bu kelimenin de bir radyoaktif madde gibi bozulduğunu söyleyebilirdim…’’

ST12: ‘‘…ben de sınıfımda elementlerin bundan çok eski zamanda var olmadıklarını zamanla bulunduklarını veya önceden ışık yoktu keşfedilip ampul adını aldığını günümüzde florasan veya ledler yerini aldığını gösteren posterler tasarlatırdım…’’

ST4: ‘‘…bir İngilizce öğretmeniyle dersi bu şekilde açıklayarak anlatmayı denerdim…’’

ST3: ‘‘…fiillerin bozunumlarından bahsederdim, öğrencilerime matematiksel verileri söylerdim. Bu filleri kimyayla ilişkilendirip bir bileşiğe benzetip aslında olmaları gerektiği biçimi parçalayıp gösteririrdim. Farklı yapılarla bir araya geldiklerinde oluşturdukları yapıları şekil, sembol gibi ifadelerle anlatırdım…’’

4.2.4. Görüşme Kayıtlarından Elde Edilen Bulgular

Bu bölümde 10 gönüllü öğretmen adayı ile yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerin analiz sonuçlarına yer verilmiştir.

Katılımcıların ***problem çözme becerilerine*** ilişkin elde edilen nicel verileri daha derinden açıklayabilmek için görüşme formundaki ilgili soruların çözümlenmesi ile elde edilen veriler soru sırasınca aşağıda yer almaktadır. Problem çözme becerilerine ilişkin hazırlanan sorulardan ilki öğretmen adaylarının gündelik problemlerine yöneliktir.

Öğretmen adaylarının ‘‘Genel olarak karşılaştığınız bir problemi çözmek için nasıl davranırsınız?’’ sorusuna verdikleri cevapların içerik analizi ile elde edilen veriler aşağıdaki Çizelge 4.9’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.9. Öğretmen adaylarının *''Genel olarak karşılaştığınız bir problemi çözmek için nasıl davranırsınız?''* sorusuna verdikleri cevaplar.

Temalar	Alt Temalar	Kategoriler	Frekans
Problemi çözmeye başlamadan önce	Problemi tanımlama/Belirleme	Nedenini düşünme/araştırma	10
		Sorular sorma	1
		Bilgi toplama	1
		Daha önce aynı problemle karşılaşmış kişilere danışma	5
Problem üzerinde çalışırken	Çözüm süreci	Alternatif çözümler araştırma	4
		Fikir üretme	1
		Çözüm yollarına karar verme/uygulama	3
		Sıralı adımlar oluşturma/takip etme	1
		Çözümün test edilmesi/iyileştirilmesi	1
Problemi çözmeyi bitirdikten sonra	Çözüm sürecini değerlendirme	Başarısız ise vazgeçme	1
		Başarısız ise tekrar düşünme	2

Öğretmen adaylarının görüşmelerde verdiği cevaplardan bazı örnekler aşağıda sunulmuştur.

‘‘…ilk önce problemi belirliyorum… problem öncesinde araştırma yapıyorum…’’

‘‘…kendi kafamda sorularla onlara cevaplar aramaya çalışıyorum…’’

‘‘…bulamazsam devam etmiyorum. Yenilgiyi kabul ediyorum…’’

Görüşme formunun devamında öğretmen adaylarının günlük yaşantılarında karşılaştıkları ve derste verilen bir problemi çözerken göstermiş oldukları davranışın benzerliğine ve mühendislik tasarım sürecinin farkındalığına yönelik görüşlerini incelemek amacıyla yöneltilen soruların çözümlenmesinden elde edilen verilere aşağıda yer verilmiştir.

Öğretmen adaylarına “Size verilen BTHP’ni çözmeye başlamadan önce neler yaptınız?” sorusu sorulmuştur. Katılımcıların verdikleri cevapların içerik analizi aile çözümlenmesinden elde edilen veriler aşağıdaki Çizelge 4.10’da sunulmuştur.

Çizelge 4.10. Öğretmen adaylarının *‘‘Size verilen BTHP’ni çözmeye başlamadan önce neler yaptınız?’’* sorusuna verdikleri cevaplar.

Tema	Alt Tema	Kategoriler	Frekans
Problemi çözmeye başlamadan önce	Problemi tanımlama/Belirleme	Ön bilgileri yoklama ve not etme	5
		Birden fazla çözüm yolu düşünme	1
		Problemin nedenleri üzerine düşünme	3
		Sorular oluşturma/üretme	6
		Sınırlılıkları göz önünde bulundurma	1

Öğretmen adaylarının görüşmelerde verdikleri cevaplardan bazı örnekler aşağıda sunulmuştur.

‘‘…ilk önce biz neler biliyoruz daha öncesinden o problemle ilgili bunları konuştuk …. Daha sonrasında sorular oluşturduk…’’

‘‘…herkes kendi mesleğiyle ilgili araştırmalar filan yaptı…’’

‘‘…maliyet de bizim için önemliydi. Derslerde STEM eğitiminde o maliyeti de en az indirecek şekilde olabildiğince hani sağlamlık gerekli ise sağlam ve kaliteli bir şey olmasına dikkat ettim …’’

Öğretmen adaylarının ‘‘BTHP’nin üzerinde çalışırken neler yaptınız?’’ sorusuna verdikleri cevapların içerik analizi ile çözümlenmesinden elde edilen veriler aşağıdaki Çizelge 4.11’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.11. Öğretmen adaylarının *‘‘BTHP’nin üzerinde çalışırken neler yaptınız?’’* sorusuna verdikleri cevaplar.

Tema	Alt Tema	Kategoriler	Frekans
Problem üzerinde çalışırken	Çözüm süreci	Problemi tanımlama	6
		Çözüm yolu üzerine araştırma yapma	8
		Çözüm yollarını listeleme	5
		Çözüm yolları içinden uygun olana karar verme	4

Öğretmen adaylarının görüşmelerde verdiği cevaplardan bazı örnekler aşağıda sunulmuştur.

‘‘…görev dağılımı yapıyorduk … birden fazla fikir ortaya çıkıyor… fikir birliği yapıyorduk. Hangisi daha mantıklı geliyor ona yöneliyorduk…’’

‘‘…Neler yapabiliriz atıyorum onun yerine ne kullanabiliriz. Malzemelerde neler değiştirebiliriz? Neden bunu verilmiş? İşte ilk önce bir rota çizmeye çalışıyoruz. Ve rota çizmeye başladığımızda en sonunda bir arkadaşımızın veyahut da benim veyahut da herhangi bir kişinin fikri kabul edilirse ondan sonra çalışmaya başlıyoruz. …’’

‘‘…sınırlılıklarımız vardı. Mesela bazı konularda hani çok daha geniş bilgiler bulduk. Ama hani onlar bize fazla olduğu için veya kullanmayacağımız için mesela elemiştik o bilgileri…’’

Katılımcıların mühendislik süreci farkındalıklarını desteklemek amacıyla sorulan ‘‘Ürün tasarlarken neler yaptınız?’’ sorusuna verdikleri cevapların içerik analizi ile çözümlenmesinden elde edilen veriler aşağıdaki Çizelge 4.12’de sunulmuştur.

Çizelge 4.12. Öğretmen adaylarının *‘‘Ürün tasarlarken neler yaptınız?’’* sorusuna verdikleri cevaplar.

Tema	Alt tema	Kategoriler	Frekans
Problem üzerinde çalışırken	Çözüm süreci	Çözüm yolunu / ürünü ölçeklendirerek çizme	4
		Problemin sınırlılıkları üzerine düşünme	6

Öğretmen adaylarının görüşmelerde verdikleri cevaplardan bazı örnekler aşağıda verilmektedir.

‘‘…Malzemelere dikkat etmeye çalıştık. Özellikle maliyete, maliyet sınırlarını filan aşmamak için ya da daha az maliyet kullanmak için onlara dikkat ettik. Ve tasarımını yaparken tasarımları çizimlerine filan ölçülerini almıştık…’’

‘‘…çizim yapıyorduk. Çizim de hani normalde biz normal çizerken…santim santim veya cetvelle çiziyorduk. Ölçekleri kullanıyorduk. Daha sonra o çizime uygun hani biraz daha modeli daha geniş tasarlıyorduk…’’

Öğretmen adaylarının *‘‘Ürün tasarladıktan sonra neler yaptınız?’’* sorusuna verdikleri cevapların içerik analizi ile elde edilen veriler aşağıdaki Çizelge 4.13’te sunulmuştur.

Çizelge 4.13. Öğretmen adaylarının ‘‘Ürün tasarladıktan sonra neler yaptınız?’’ sorusuna verdikleri cevaplar.

Tema	Alt tema	Kategoriler	Frekans
Problemi çözmeyi bitirdikten sonra	Çözüm sürecini değerlendirme	Ürünü/ çözümü tanıtma, sunma, pazarlama	8
		Test edip, geliştirme	10
		Başarısız/Başarılı olunan noktaların değerlendirmesini yapma	5

Öğretmen adaylarının görüşmelerde verdikleri cevaplardan bazı örnek ler aşağıda görülmektedir.

‘‘…Nasıl pazarlayabiliriz? Gerçekten biz bu ürünü yapsaydık nasıl satışa sunardık… gerçekten biz bunu yapsak nasıl satarız ya falan diye düşündük…’’

‘‘…Tasarladıktan sonra o ürünü test ettik… Uygun değilse bir daha yapmaya çalıştık…’’

‘‘…tanıtım oluyordu. Zaten doğrusu başarılı olmadığı zamanda tanıtım yaptık. Başarılı olmayan kısımlarını anlattık sizlere arkadaşlara… Hatalarımızdan ders çıkarmak. Onların ne olduğunu bilip ona göre yeni bir çalışmada bu hataları yapmayıp, daha sağlam bir şey ortaya çıkarmak, hatalardan ders çıkarmak…’’

Katılımcıların ***bilimsel yaratıcılıklarına*** ilişkin elde edilen nicel verileri daha derinden açıklayabilmek için öğretmen adaylarının bu konudaki görüşleri alınmıştır.

Öğretmen adaylarına yöneltilen *‘‘Bu uygulamaların yaratıcılığınızın gelişmesine etki ettiğini düşünüyor musunuz?’’* sorusuna katılımcıların tümü ‘‘Evet’’ cevabı vermiştir. Öğretmen adaylarına yaratıcılıklarının geliştiğini düşünme nedenleri sorulduğunda; işbirlikli çalışma ortamının, çözüm için birden fazla fikir üretebilme imkânı sağlanmasının, sorgulama becerisinde fark edilen artışın, yeni bir şeyler icat etmenin, en basit malzemeler ile bile üretim yapabilme kabiliyetinin, denemeler yapmaya fırsat tanıyan bir ortamda çalışmanın, disiplinler arası çalışma şeklinin yaratıcılıklarını geliştirdiğini belirtmişlerdir.

Öğretmen adaylarının bu soruya verdikleri cevaplardan bazı örnekler aşağıda sunulmuştur.

‘‘…kısa bir zaman içinde bir çözüm bulamam ya da mesela bir çözüm buldum denedik olmadı üstüne daha fazla bir şey ekleyemem dediğim zamanda birçok fikirle beraber ya bu da olabilir bu da olabilir bak bunu da düşünebiliriz deyip çözüme ulaştığımda dedim herhalde…’’

‘‘…günlük hayatımda sanırım biraz daha parçalara bölerek düşünüyorum bir şeyleri. Hani bütün olarak bakmıyorum da biraz daha parçalara bölüyorum. Aa bak bu buradan mı geldi? Acaba şuradan mı geldi? Böyle mi oldu da bu böyle oldu? Diye bir düşünce kattı evet…’’

‘‘…düşünmeye teşvik edip farklı fikirlerle yeni ürünler ortaya çıkarmak veyahut da yeni projelere imza atmak ya da yeni çalışmalar yapmak. Bunun gibi atıyorum burada olan bir çalışmanın bir farklı türünü bir farklı çalışmayı ben oluşturabilirim. Yapabilirim. Yani deneyip. Baktım oluyor işte deneme sürecinden geçip. İşte bu yapılabilir bir çalışma olabilecek bir çalışma deyip öyle hayal gücümü hani günlük hayatımızdaki sorunlar var. E bu sorunlara mesela çözüm üretmeye çalışıyoruz. Milletçe yani normal hayatımızda da bunu yapmaya çalışıyoruz. Ama hayal gücü kısmında yeni fikirlerle mesela biz farklı

düşünceler farklı hayal güçlerimizle farklı sorunlara farklı çözümler bulabiliriz. Daha da güzel daha da kolay ne bileyim daha da böyle değişik farklı yöntemlerle bulabiliriz...''

''…bir mühendis, bir öğretmen, bir öğrenci, bir kimyager, bir biyolog gibi düşündüğümüz için aslında kafamızda bir şeylerin canlanmasını sağlıyor ve yaratıcılığımız gelişmesini sağlıyor …''

''…köy çocuğuyum. Onun için şehirde yaşanan bir sorunu çözüme ulaştıramayabilirdim mesela. Çünkü şehirde yaşamıyorum süreçleri bilmiyorum. Nasıl şekilde ne ilerliyor bilmiyorum. Ama STEM eğitimini aldıktan sonra yaşantıdan olmasa bile ben artık bu soruna şehirdeki yaşantıdaki soruna ne bileyim farklı bir yerdeki bir soruna bir çözüm ulaştırabilirim. Ve yahut da şöyle söyleyeyim. Ben Erzurum'da yaşamıyorum ama Erzurum'daki bir soruna bir çözüm üretebilirim diye düşünüyorum...''

Görüşme formunun devamında öğretmen adaylarının ***STEM farkındalıklarına*** yönelik bulguları desteklemek amacıyla yöneltilen soru yer almaktadır.

Katılımcıların STEM eğitiminin uygulanabilirliğine yönelik farkındalıklarını belirlemek için öğretmen adaylarına ''Öğretmenlik hayatında fen bilimleri dersi kapsamında hangi konularda STEM uygulamalarına yer verebileceğini ya da veremeyeceğini düşünüyorsun?'' sorusu yöneltilmiştir. Adayların bu soruya verdikleri cevapların içerik analizi ile elde edilen veriler aşağıdaki Çizelge 4.14'te gösterilmektedir.

Çizelge 4.14. Öğretmen adaylarının *''Öğretmenlik hayatında fen bilimleri dersi kapsamında hangi konularda STEM uygulamalarına yer verebileceğini ya da veremeyeceğini düşünüyorsun?''* sorusuna verdikleri cevaplar.

Kategoriler	Frekans
Her konuda uygulanabilir	7
Her konuda uygulanamaz	3

Çizelge 4.14.' te görüldüğü gibi görüşme yapılan öğretmen adaylarının çoğunluğu STEM uygulamalarını her konuda kullanabileceklerini düşündükleri görülmüştür. Öğretmen adaylarının bu soruya verdiği örnek cevaplar aşağıda sunulmuştur.

‘‘…insan ve çevre. Onda kullanırdım…aslında birçok konuda kullanılabilir aslında ya çok. Hatta fen çünkü yaşamımızın ta kendisi olduğu için, her yerde olduğu için aslında birçok çok konuda kullanılır. Hepsinde…’’

‘‘…biyolojide uygulanması çok zor olur yani işte mesela organlarımız, sistemlerimiz bunların uygulanamaz bence ama en iyi kuvvet, hareket ünitelerinde işte mühendislik üniteleri var mesela mühendislik uygulamalarında da kullanılabilir. Kimyada zaten işte maddeler, maddelerin özellikleri, asitler-bazlar bunların hepsinde uygulanabilir ama ben en çok biyolojide zorlanırım diye düşünüyorum… Zorlanırım… Sistemlerde hiç uygulayamam herhalde…’’

‘‘…Günlük hayatta her şeyle bağdaştırılabiliyor. STEM’de de birkaç şeyi bağdaştırıp bir şey çıkarmaya çalıştığı için genel olarak kullanılabilir de her derste kullanılması vakit kaybı olacağı için daha çok öğrenciye vermek istediğim mesaja göre ben konuyu değiştirirdim...’’

Katılımcıların ***STEM eğitimini meslek hayatlarına dahil etme motivasyonlarını ve bireysel ya da okul çevresi bakımından gördükleri eksikleri*** belirlemek amacı ile öğretmen adaylarına ‘‘Öğretmenlik hayatınızda bu uygulamaları kullanacak olsanız nelere ihtiyaç duyacağınızı düşünüyorsunuz?’’ sorusu yöneltilmiştir. Adayların verdikleri cevaplar içerik analizi ile çözümlenerek elde edilen veriler aşağıdaki Çizelge 4.15’te yer almaktadır.

Çizelge 4.15. Öğretmen adaylarının *''Öğretmenlik hayatınızda bu uygulamaları kullanacak olsanız nelere ihtiyaç duyacağınızı düşünüyorsunuz?''* sorusuna verdikleri cevaplar.

Temalar	Kategoriler	Frekans
Mesleki Yeterlilik	Sınıf hakimiyeti	4
	Ön hazırlık	1
	Zaman yönetimi	4
Uygulama Yöntemi	Mühendislik tasarım süreci deneyimi	3
	Teknoloji disiplinini bütünleştirme deneyimi	2
	STEM etkinlik planlama deneyimi	1
	El becerisi	2
Okul Çevresi	İdarecinin desteği	8
	Öğretmen (kendi branşı/diğer branşlar) desteği	8
	Malzeme temini	7
	Laboratuvar/ geniş bir alan	5
	İdeal sınıf mevcudu	2

Çizelge 4.15. incelendiğinde öğretmen adaylarının ihtiyaç duyacağı şeylerin okul çevresi kategorisinde yoğunlaştığı görülmektedir. Bunların büyük çoğunluğu da idareci desteği, öğretmen (kendi branşı/diğer branşlar) desteği ve malzeme temini konusunda

olmuştur. Öğretmen adaylarının okul çevresi bakımından ihtiyaç duyabilecekleri konular için bazı örnek cevaplar aşağıda gösterilmiştir.

‘‘…şimdi yaş grupları büyük öğretmenler ve yöneticiler olduğu için daha çok oyun oynattırıyorsun çocuklara ders mi işleyeceksin oyun mu oynattıracaksın gibi şeyler söyleyebilir. Bu da hani olumsuz etkileyebilir diye düşünüyorum...’’

‘‘…deney yapmak için laboratuvara ihtiyaç yok. Kesinlikle günlük hayatta laboratuvarda bulabileceğimiz bütün malzemeler mevcut. Sınıfta da evet yaptırılabilir. Kalabalık olursa birazcık sorun olur…’’

‘‘…beraber yürütmek isterim (diğer STEM disiplinleri öğretmenlerinden bahsediyor). Çünkü ben onların iyi bilgi sahibi olduğu bir konuda çok fazla bilgi sahibi olmayabilirim…’’

‘‘…maddi bütçeye de giriyor ama hazırlarken, proje hazırlarken herkesin bütçesini de düşünmek gerektiği için belki burada sıkıntı çekebilirim…’’

Öğretmen adaylarının mesleki yeterlilik bakımından ihtiyaç duyabilecekleri konular için bazı örnek cevaplar aşağıda sunulmuştur.

‘‘…uygulatırken, gösterirken sınıf yönetimi hani hakimiyeti sağlarken sıkıntı çekebileceğimi düşünüyorum çünkü çocuklar bu tür materyalleri hani çok yoğun ilgi gösterdikleri için hani bakmak isteyecekler, hepsi böyle dokunmak isteyecekler ve ben bunlarla birazcık zor başa çıkarım...’’

‘‘…ben kendimi bu eğer uygulamalar olmasaydı ben hiçbir şey bilmediğim için yeterli görmezdim. Ama az çok bir şeyler yaptık. Hani farklı şeyler düşünmeye çalıştık. Ben yeterli buluyorum şu anda. Tabii ki geliştirmek lazım ama…’’

Öğretmen adaylarının uygulama yöntemi bakımından ihtiyaç duyabilecekleri konular için bazı örnek cevaplar aşağıda sunulmuştur.

‘‘…teknik beceriler çok önemli olur. Mesela teknoloji ile bağlama konusunda çok iyi olmak zorundayım mesela…’’

‘‘…genel olarak ben hâkim oldum. Çünkü kendimiz yaptığımız için. Hem öğretmen olarak bakıp hem öğrenci olduğumuz için bu çok iyi oldu. Genel olarak her bakış açısıyla şu anda bakabildiğim için…yeterli olduğumu düşünüyorum…’’

‘‘…ben mesela çizim yapamadım bu süre beş haftalık süreçte. Mühendislik uygulamalarında da sıkıntım olabilir diye düşünüyorum…’’

Öğretmen adaylarının ***STEM farkındalıklarına*** yönelik hazırlanan bir diğer soru ise ‘‘Size göre STEM uygulamalarının verimli olmasını sağlayacak anahtar nedir? Bir STEM uygulamasının verimliliği neye bağlıdır?’’. Katılımcıların bu soruya verdikleri cevapların çözümlenmesinden elde edilen veriler çizelge 4.16’da yer almaktadır.

Çizelge 4.16. Öğretmen adaylarının *‘‘Size göre STEM uygulamalarının verimli olmasını sağlayacak anahtar nedir? Bir STEM uygulamasının verimliliği neye bağlıdır?’’* sorusuna verdikleri cevaplar.

Kategoriler	Frekans
Öğrencinin hayal gücü	1
İşbirlikli çalışma	5
Öğrencinin aktif rol alması	1
BTHP’nin öğrenci için anlam ifade eden gerçek bir problem olması	2
Disiplinlerin doğru bütünleştirilmesi	1
Geniş zamana yayılması	3
Bilgi edinme aşamasının doğru yapılması	3
Sürecin yaratıcılığı geliştirecek şekilde tasarlanması	1

Öğretmen adaylarının cevaplarından örnekler aşağıda verilmiştir.

‘‘…hayattaki alanlar olan fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanında iyi kavrayabilmek ve bunların hani bunlarla hayatı bağdaştırmak…’’

‘‘… problem çok zekice olmalı, yaratıcı bir problem olmalı ve dikkat çekmeli…’’

‘‘…zamana yayılması gereken bir uygulama… seçmeli ders olarak STEM uygulamaları koyulabilirse eğer hani o şey kendi öğrenci program kapsamında da rahatça yer verilebilir. Daha etkili olabilir…’’

‘‘…bilgi edinme... Bence öyle hani böyle çünkü hani dediğim gibi biz bir şeyi araştırırken eksik araştırıyoruz ve ürünü ortaya çıkarırken de bu neden buraya konuldu, bu neden böyle yapıldı, böyle yapsam doğru mu ya da başarılı bir sonuç elde eder miyim…’’

Öğretmen adaylarının STEM disiplinlerini bütünleştirme farkındalıklarını ölçme amacıyla katılımcılara ‘‘Diğer STEM disiplinlerini uygulamalarınıza nasıl dahil edersiniz?’’ sorusuna verdikleri cevaplar içerik analizi ile çözümlenerek elde edilen veriler Çizelge 4.17.’da sunulmuştur.

Çizelge 4.17. Öğretmen adaylarının *''Diğer STEM branşlarını uygulamalarınıza nasıl dahil edersiniz?''* sorusuna verdikleri cevaplar.

Temalar	Kategoriler	Frekans
Teknoloji	Üretileni pazarlamak için sanal ortam	1
	Kullanılan cihazlar ve mobil uygulamalar	6
	Simülasyonlar	3
	Artırılmış gerçeklik	4
	Sanal gerçeklik	1
	Animasyon	2
	Fotoğraf/ video çekimleri	2
	Eğitim oyunları	1
Mühendislik	Eskiz/taslak hazırlama	5
	Bir mühendis gibi çalışacakları ders tasarımı	3
	Ürün icat etme	2
	Ekonomik açıdan verim alma	1
	Malzeme seçimi	1
	Dayanıklı ürün geliştirme	2
Matematik	Matematiksel yetkinlik geliştiren etkinlik tasarlama	8
	Etkinlikleri günlük hayattaki matematik ile örtüştürme	1

Teknolojiyi dahil etmek ile ilgili bazı örnek cevaplar aşağıda verilmiştir.

‘‘…teknolojide de belki pazarlama açısından falan dahil edebilirim… ürünü daha çabuk…eee şimdi hepimiz teknolojik ürünleri çok fazla kullandığımız için cep telefonu olsun, internet, sosyal medya…daha hızlı yayılabilir bence bir ürün…’’

‘‘…. artırılmış gerçeklik uygulaması var. Animasyon simülasyon dediğimiz şeyler…’’

‘‘…kendi çevresindeki problemin fotoğraflarını çekmesini isterdim. Videolarını çekmesini isterdim problemle ilgili…’’

‘‘…çizerken kâğıt kullanıyoruz, kalem kullanıyoruz (gülüyor). Bunlar da mesela teknolojiye giriyor…’’

Mühendisliği dahil etmek ile ilgili bazı örnek cevaplar aşağıda verilmiştir.

‘‘…tasarlarken de bir mühendis edasıyla onları çalıştırırdım…’’

‘‘…mühendislik becerileri aslında STEM’i oluşturan bayağı ana etmenlerden, ana mesleklerden, meslek grubundan diyeyim. Çünkü başından sonuna kadar mühendislik vardı. Biz yaptığımız her uygulamanın içinde illaki bir mühendislik vardı. Bilgi anlamında da sorun anlamında da yapım aşamasında da. Mühendislik aslında zaten işin hep içinde olduğunu düşünüyorum...’’

‘‘…daha çok verim almak ekonomik açıdan verim almak için falan…’’

Matematiği dahil etmek ile ilgili bazı örnek cevaplar aşağıda verilmiştir.

‘‘…ölçümleri hassaslıkları daha çok verim almak için bunları matematik konusundan faydalanabiliriz…’’

‘‘…matematik de dediğim gibi zaten hesaplamalar...’’

‘‘…oran orantıyı kurabilmek. Onu hani gerçek boyutta dönüştürebilmek açısından hani ilişkili olduğunu düşünüyorum…’’

‘‘…mesela matematikte ölçümleri daha çok önem vermelerini isterim. Doğru ölçümler ve düzgün ölçümler yapılmasını isterim…’’

BÖLÜM 5

SONUÇLAR, TARTIŞMA ve ÖNERİLER

Bu bölümde öğretmen adaylarının problem çözme becerileri, bilimsel yaratıcılık, STEM farkındalığı düzeylerini belirlemek amacıyla uygulanan ölçüm araçlarından ve görüşme kayıtlarından elde edilen bulgular karma araştırma yönteminin nitel ve nicel verileri birleştirme ve bütünleştirme avantajı ile harmanlanarak yorumlanmıştır.

5.1. Sonuçlar ve Tartışma

5.1.1. Problem Çözme Becerilerine İlişkin Sonuçlar ve Tartışma

Bu bölümde STEM eğitimine dayalı yürütülen dersin öncesinde ve sonrasında uygulanan PÇÖ verilerinden ve görüşme kayıtlarının problem çözme becerilerine yönelik bölümünden elde edilen bulgular tartışılmaktadır.

Bölüm 3 ve Bölüm 4'te belirtildiği üzere PÇÖ öntest ve sontest verileri karşılaştırıldığında öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişim gözlemlenmemiştir. Alanyazın çalışmaları incelendiğinde sunulan bu çalışmanın sonuçlarından farklı olarak, örneğin Alnıak (2019) tarafından STEM uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin problem çözme becerileri üzerinde deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir. Benzer şekilde Özkızılcık (2018) ve Öztürk (2018) tarafından fen bilgisi öğretmen adayları ile yürütülen çalışmaların sonucunda da uygulanan STEM etkinliklerinin katılımcıların problem çözme becerileri üzerinde sontest lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmiştir. Alan (2017) fen bilgisi öğretmen adayları ile yaptığı çalışmasında STEM

uygulamalarının problem çözme becerilerine anlamlı düzeyde etkisi olduğu sonucuna ulaştığını belirtmiştir. Öztürk (2018) fen bilgisi öğretmen adayları ile yürüttüğü araştırmasında STEM eğitiminin problem çözme becerisine olumlu ve anlamlı etkisi olduğu sonucuna ulaşmıştır. Elliott (2001) Güneydoğu Oklahoma Eyalet Üniversitesinde disiplinlerarası yürütülen bir matematik/fen bilimleri dersi kapsamında bu dersi alan öğrencilerin problem çözme becerileri üzerindeki etkileri incelenmiştir. İki yarıyıl süren bu araştırma sonucunda disiplinlerarası yürütülen dersin dersi alan öğrencilerin problem çözme becerileri üzerinde anlamlı bir fark yaratmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu çalışmanın problem çözme becerileri ile ilgili ulaşılan nicel bulguları ile Elliott (2001)'in sonuçları örtüşse de alanyazın çalışmalarının geneli ile örtüşmemektedir. Özellikle ortaöğretim öğrencileri ile yapılan çalışmalarda STEM eğitiminin bireylerin problem çözme becerileri üzerinde olumlu etkileri olduğu tespit edilmiştir (İnce, Mısır, Küpeli & Fırat, 2018; Acar, Tertemiz & Taşdemir, 2019; Kurtuluş, 2019; Yi Lin vd., 2018). Sunulan bu çalışmada uygulanan STEM eğitiminin katılımcıların problem çözme becerileri üzerine istatistiksel olarak anlamlı bir etki elde edilmemesine karşın görüşmelerden elde edilen nitel veriler incelendiğinde öğretmen adayları genel olarak hayatta karşılaştıkları bir problemi çözerken görüşmeye katılan öğretmen adaylarının tamamı sorunun nedenini düşündüklerini/ araştırdıklarını belirtmişlerdir. Bunun yanı sıra daha önce aynı problemle karşılaşmış kişilere danışma, alternatif çözümler araştırma, çözüm yollarına karar verme/ uygulama kategorilerinde verilen cevapların sayısı çoğunluktadır. Diğer tüm kategoriler de göz önünde bulundurulduğunda öğretmen adaylarının verdiği cevaplar problem çözme süreci basamaklarına (Aksoy, 2003), mühendislik tasarım sürecine (Hacıoğlu, 2017) ve STEM eğitimine uygun hazırlanan bir dersin uygulanma adımlarına uygun şekilde hareket ettikleri söylenebilir.

Öğretmen adayları kendilerine verilen BTHP üzerinde çalışmaya başlamadan önce neler yaptıklarını problemin nedenleri üzerine düşünme, ön bilgileri yoklama/not etme, sorular oluşturma/not etme, birden fazla çözüm yolu üzerinde düşünme ve sınırlılıkları göz önünde bulundurma; BTHP üzerinde çalışırken neler yaptıklarını problemi tanımlama, çözüm yolu üzerine araştırma yapma, çözüm yollarını listeleme, çözüm yolları içinden uygun olana karar verme; ürün tasarlarken neler yaptıklarını çözüm yolunu/ürünü ölçeklendirerek çizme ve problemin sınırlılıkları üzerine düşünme; ürün tasarladıktan sonra neler yaptıklarını ürünü/çözümü tanıtma, sunma, pazarlama, test edip,

geliştirme ve başarısız/başarılı olunan noktaların değerlendirmesini yapma kategorilerinde cevaplandırmışlardır. Türnüklü ve Yeşildere (2005) tarafından da problem çözme basamakları sırasıyla problemi aktif okuma, problemi kendi cümleleriyle ifade etme, problemi anlama, verilenleri ve istenenleri tespit etme, çözüm için plan yapma, problemi çözme, sonucu yorumlama, modeli farklı problemlere uyarlama, problemden hareketle yeni problemler üretme olarak tanımlanmıştır Çalışmadan elde edilen bulgular alanyazın ile karşılaştırıldığında öğretmen adaylarının uygulamalar esnasında da problem çözme basamaklarını büyük ölçüde takip ettikleri söylenebilir. Bu durumu STEM eğitimine uygun hazırlanan bir dersin işleniş biçiminin de desteklemiş olması muhtemeldir. Ayrıca öğretmen adaylarının her uygulamada ders boyunca kullandıkları çalışma defterlerinin (*EK-6*) buna yardımcı olduğu düşünülmektedir.

5.1.2. Bilimsel Yaratıcılığa İlişkin Sonuçlar ve Tartışma

Bu bölümde araştırmanın ikinci alt problemi ile ilgili olarak STEM eğitimi uygulamasının öncesinde ve sonrasında kullanılan Bilimsel Yaratıcılık Ölçeğinden ve görüşme kayıtlarının bilimsel yaratıcılığa yönelik sorusundan elde edilen veriler doğrultusunda ulaşılan sonuçlar sunulmuştur.

Bilimsel Yaratıcılık Ölçeğinden elde edilen veriler analiz edildiğinde öğretmen adaylarının uygulamalar sonrasında bilimsel yaratıcılık becerilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişim gözlemlenmemiştir. Ancak alanyazında öğretmen ve öğretmen adayları ile yapılan çalışmalar incelendiğinde (Hacıoğlu, Yamak & Kavak, 2016; Kaya, 2018; Ertuğrul Akyol, 2020) sunulan bu çalışmanın sonuçlarından farklı olarak STEM eğitiminin bilimsel yaratıcılık becerileri üzerinde olumlu bir etkisi olduğu ortaya koyulmuştur.

Öğretmen adayları ile yapılan görüşmelerde ise görüşmeye katılan adayların tamamı yaratıcılıklarının geliştiğini düşündüklerini dile getirmişlerdir. Alan yazın incelendiğinde yaratıcı bireylerin genel özelliklerini çok yönlü düşünebilme, kısa sürede yeterli miktarda düşünce üretebilme, problemlere çeşitli ve özgün çözümler üretme olarak sıralanabilir (Doğan ve ark., 2008, Karakuş, 2001, Kadayıfçı, 2008). Öğretmen adayları yaratıcılıklarının gelişmesini tanımlarken sorgulama/düşünme becerilerindeki gelişim, hayal gücünün genişlemesi, elindeki malzemeye farklı gözle bakabilme, bir probleme

kısa sürede birden fazla çözüm yolu üretme ifadelerini kullanmışlardır. Bu durumda öğretmen adaylarının verdikleri cevaplarda yaratıcı birey özelliklerini tanımladıkları söylenebilir.

5.1.3. STEM Farkındalığına İlişkin Sonuçlar ve Tartışma

Bu bölümde araştırmanın üçüncü alt problemi ile ilgili olarak STEM eğitimine dayalı yürütülen çalışmanın öncesinde ve sonrasında uygulanan STEM-A Ölçeğinden ve görüşme kayıtlarından elde edilen veriler doğrultusunda ulaşılan sonuçlar sunulmuştur.

Alanyazın incelendiğinde öğretmen adayları ile yapılan çalışmalarda STEM farkındalıklarının daha çok nicel ölçüm aracı kullanılarak değerlendirildiği ve uygulanan STEM eğitimi ya da etkinliklerinin katılımcıların STEM farkındalıkları üzerine etkisine yönelik farklı sonuçların elde edildiği tespit edilmiştir. Örneğin Aktaş (2019) STEM temelli fen laboratuvar uygulamalarının sınıf öğretmeni adaylarının ve Göktaş (2019) FeTeMM etkinliklerinin biyoloji öğretmen adaylarının STEM/FeTeMM farkındalıkları sontest puanları bakımından deney ve kontrol grupları arasında anlamlı bir fark olmadığını ileri sürerken Karısan, Macalalag ve Johnson (2019) STEM-temelli özel öğretim yöntemleri dersinin ve Şahin de (2019) fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM farkındalığı üzerine sontest lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit etmişlerdir. Geleceğin öğretmenlerinin nitelikli birer STEM eğitimi uygulayıcıları olabilmeleri için STEM ya da STEM eğitimine yönelik farkındalıklarının daha açık anlaşılabilmesi için bu çalışmada nitel ölçüm aracının kullanılması tercih edilmiştir.

STEM-A açık uçlu anketinin birinci bölümünde öğretmen adaylarının *STEM disiplinlerinin ayrı ayrı tanımlanmasından* elde edilen veriler çözümlendiğinde fen alanı için ilişki kategorisinde sontest lehine artış görülmüştür. Öğretmen adayları sontestte fen alanını tanımlarken diğer disiplinlerle ilişkilendirerek tanımlamışlardır. Teknoloji alanında ilişki ve süreç kategorilerinde sontest lehine artış olmuştur. İlişki kategorisindeki sontest lehine artış teknoloji alanını tanımlarken diğer STEM disiplinleri ile ilişkilendirme yaptıklarını göstermektedir. Süreç kategorisinde gözlenen değişimin ise öğretmen adaylarının teknoloji alanında çalışan bilim insanlarının yaşadıkları süreci uygulamalar boyunca deneyimleme imkanı bulmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Teknolojiyi kim yapar kategorisi öntestte de sontestte de

kodlanmamıştır. Tezsezen (2017) çalışmasında benzer bir sonuca ulaşmıştır. Tezsezen (2017) bu duruma teknolojiyi diğer alan uzmanlarının kullandığı bir araç olarak görülmesinin ve teknolojiyi kimin yaptığını düşünmekten çok süreçlerdeki işlevi ve rolü ile ilgilenmelerinin sebep olabileceğini belirtmiştir. Mühendislik alanında kategorilerde dikkat çeken nokta üretim kategorisi sontestte daha az kodlanırken süreç ve ilişki kategorilerinin sontestte daha fazla kodlanmasıdır. Öğretmen adayları çalışma öncesinde mühendisliği çok genel tabiriyle bir şeyler üreten bir meslek dalı olarak görürken uygulamalar boyunca bir mühendis gibi çalışmayı deneyimledikleri için süreçle ilgili farkındalıklarının arttığı ileri sürülebilir. İlişki kategorisindeki sontest lehine artış STEM disiplinlerinin bütünleştirilmesinin önemi konusunda gelişen farkındalıklarını göstermektedir. Matematik alanında matematiğin doğası kategorisi matematik ile ilgili daha yüzeysel cevapları içermektedir. Bu kategoride sontestte kodlanma sayısı düşerken beceri yöntem ve ilişki kategorilerinde sontest lehine artış görülmüştür. Öntestte matematik alanı için verilen cevaplar incelendiğinde büyük çoğunluğunda ‘‘*…Sayılar…*’’ vb. tanımlamalar gözlemlenmiştir. Tezsezen (2017)’in çalışmasında benzer bir gözlemi olmuştur. Öğretmen adaylarının matematiği çoğunlukla sembolik dilini örnekleyerek (sayılar, diyagramlar veya işaretler vb.) tanımladıklarını belirtmiştir. Sontestte ise veri analizi, orantı kurma, ölçüm alma gibi matematiksel becerilerden ve matematik alanında kullanılan yöntemlerle ilgili ifadelerin yer aldığı gözlemlenmiştir. Beceri ve yöntem kategorilerinde sontest lehine gözlenen artış matematiğin süreç içinde kullanım şeklinin farkındalığına erişmiş oldukları düşünülmektedir. Bunun yanı sıra öğretmen adayları sontestte matematik alanını tanımlarken diğer disiplinlerle ilişkilendirmeler yapmışlardır. Bu da ilişki kategorisinde sontest lehine gözlenen artışı açıklamaktadır. Sonuç olarak öğretmen adaylarının yapmış oldukları STEM tanımlarının uygulama sonrasında STEM disiplinlerinin bütünleşik yapısına doğru değişim gösterdiği ileri sürülebilir. Çalışmadan elde edilen bu bulgu Tezsezen (2017) ve Aslan Tutak vd. (2017) tarafından ulaşılan bulgu ile benzerlik göstermektedir. Benzer şekilde Arslanhan da (2019) fen bilgisi öğretmenliği 3. Sınıf öğrencileri ile özel öğretim yöntemleri-I dersi içerisinde gerçekleştirdikleri tasarım-temelli öğrenme uygulamaları sonunda katılımcıların STEM anlayışlarındaki en büyük değişimin STEM alanlarına ilişkin bütünleştirmenin nasıl yapıldığını anlamaya yönelik olduğunu tespit etmiştir.

Öğretmen adaylarının *STEM eğitimini tanımladıkları* soruda ise alanlar arasındaki ilişki, alanların bütünlüğü, alanların işbirliği ve gerçek yaşam ilişkisi kategorilerinde sontest lehine artış görülmüştür. Alanların işbirliği kategorisi öntestte hiç kodlanmazken sontestte görülen artış öğretmen adaylarının STEM eğitiminde işbirlikli çalışmanın önemini kavradıklarını göstermektedir. Alanlar arasındaki ilişki kategorisindeki artış STEM disiplinlerinin birbirleriyle ilişkisini, alanların bütünlüğü kategorisindeki artış ise STEM eğitiminde disiplinlerin bütünleştirerek kullanıldığını fark ettiklerini göstermektedir. Benzer şekilde Aslan (2019) fen bilgisi öğretmen adayları ile yaptığı çalışmasında adayların STEM eğitimi uygulamaları sonrasında STEM'i tanımlarken en iki disiplini ilişkilendirerek tanımladıklarını belirtmiştir. Gerçek yaşam ilişkisindeki artış çalışma boyunca kullanılan uygulamaların gerçek hayat problemi içeren BTHP'lerin kullanılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Krajcik ve Delen (2017) STEM'i bireysel ve toplumsal sorunları çözmeye odaklanmak için bilim (fizik, kimya, biyoloji, toprak ve uzay bilimleri), mühendislik, teknoloji ve matematiğin entegrasyonudur şeklinde tanımlamakta ve karmaşık görevleri yerine getirmek için bireylerin sadece bir alanda gerekli bilgiye sahip olmalarını değil, aynı zamanda meydana gelebilecek kompleks problemleri çözmek için diğer alanlarda da bilgi edinmesini ve sahip olduklarından farklı uzmanlığa sahip kişilerle nasıl işbirliği yapacağını bilmeleri gerektiğini ileri sürmektedir. Bu çalışmadan elde edilen verilere dayanarak uygulanan STEM eğitiminin katılımcıların bir problemi çözmek için disiplinler arasındaki işbirliğinin önemini kavramalarına olumlu etkisi olduğu ileri sürülebilir.

STEM-A açık uçlu anketinin ikinci bölümünde *günlük yaşam konuları üzerinden katılımcıların STEM disiplinlerine yönelik farkındalıklarının* araştırılması amaçlanmaktadır. Bu amaçla öğretmen adaylarına sunulan iki okuma metninden ilki *Mikrobiyolojik Korozyon* vakasıdır. Metinden sonra öğretmen adaylarına yöneltilen ilk soru STEM disiplinlerinin metinde nasıl yer aldığına ilişkindir. Katılımcıların fen alanının nasıl yer aldığına dair verdikleri cevaplarda kayda değer bir fark gözlemlenmemiştir. Teknoloji alanında sontestte genel teknoloji kategorisinde düşüş yaşanırken araştırma teknolojisi ve ilişki kategorisinde artış olmuştur. Genel teknoloji kategorisi öğretmen adaylarının teknoloji ile ilgili yüzeysel cevaplarını içermektedir. Sontestte araştırma teknoloji kategorisinde yaşanan artış öğretmen adaylarının teknoloji alanı ile ilgili farkındalıklarının yüzeysellikten çıkıp derinleştiğini gösterdiği

düşünülmektedir. İlişki kategorisindeki artış sontestte diğer STEM disiplinleri ile ilişkilendirme yapılarak cevaplandığını göstermektedir. Mühendislik/Üretim kategorisi; insan yapımı yapılar veya kimya mühendisliği gibi belirli mühendislik alanlarından bahsedilen cevapların kodlandığı genel bir kategoridir. Öntestte bu kategoride kodlanan cevapların sontestte Süreç, İşlev ve İlişki kategorilerine kodlanması mühendislik alanı ile ilgili genel bilgilerden ziyade mühendisin bu vakada süreci nasıl yönettiği, işlevinin ne olduğu ve diğer STEM disiplinleri ile koordine çalıştığının öğretmen adayları tarafından fark edildiğini göstermektedir. Matematiğin doğası kategorisi öğretmen adaylarının hesaplamalar, sayılar ve istatistiksel veriler gibi yüzeysel kavramlardan bahsettiği cevaplar için kodlanmıştır. Sontestte matematiğin doğası kategorisi yerini veri analizi, yorumlama ve sentez gibi cevapların kodlandığı beceri kategorisi ve diğer STEM disiplinleri ile ilişki kategorisi almıştır. Bu kategorilerin artış göstermesi farkındalığın arttığını göstermektedir. Mikrobiyolojik Korozyon vakasının devamında öğretmen adaylarına yöneltilen ikinci soruda okudukları metindeki konu ile ilgili bir öğretmen olarak proje gerçekleştirecek olsalar nasıl yol izleyecekleri, nelere ihtiyaç duyabilecekleri sorulmuştur. Soruda öğretmen adaylarına öğretmen olarak düşünmeleri belirtilmişse de verilen cevaplar incelendiğinde katılımcıların soruyu birer araştırmacı ya da mühendis gibi değerlendirerek cevapladıkları fark edilmiştir. Süreç boyunca üstlendikleri görev ve mesleklerin buna sebep olabileceği düşünülmektedir. Eylem temasında işbirlikli çalışmalar, laboratuvar çalışmaları ve literatür araştırmaları kategorilerinin sontest lehine artış göstermesi dikkat çekmektedir. Süreç boyunca işbirlikli çalışmaları, bir mühendis gibi çalışmaları, literatür taraması yapmaları sontest lehine olan artışı açıklamaktadır. Destek temasında ise dikkat çeken kategori işgücü kaynakları desteği kategorisidir. İşgücü kaynakları desteği kategorisinde sontest lehine gözlemlenen artış bir projede gerekli olan her disiplinin uzmanın bulunmasının ve disiplinlerin birlikte çalışmasının önemini fark ettiklerini göstermektedir.

STEM-A açık uçlu anketinin ikinci bölümünde öğretmen adaylarına sunulan iki okuma metninden ikincisi *Radyoaktif Fiiller* vakasıdır. Metinden sonra öğretmen adaylarına yöneltilen ilk soru STEM disiplinlerinin metinde nasıl yer aldığına ilişkindir. Katılımcıların radyoaktif fiiller vakası okumasında fen alanının nasıl yer aldığına dair cevaplarında kayda değer bir farklılık gözlemlenmemiştir. Katılımcıların radyoaktif fiiller vakası okumasında teknoloji alanının nasıl yer aldığına dair cevaplarında ilişki

kategorisinin sontest lehine artış göstermesi dikkat çekmektedir. Öğretmen adayları bu soruda teknolojiyi diğer STEM disiplinleri ile ilişkilendirerek cevaplamıştır. Radyoaktif fiiller vakası okumasında mühendislik alanının nasıl yer aldığına dair öğretmen adaylarının cevapları öntestte yüzeysel mühendislik kategorisinde yoğunlaşırken sontestte beceri ve ilişki kategorileri lehine artış görülmüştür. Katılımcıların uygulamaların sonrasında mühendislik becerileri ile ilgili farkındalıklarının arttığı, diğer STEM disiplinleri ile mühendisliği ilişkilendirerek cevaplama yaptıkları gözlemlenmiştir. Katılımcıların matematik alanının okuma metninde nasıl yer aldığı sorusuna ilişkin cevapları incelendiğinde kayda değer bir fark gözlemlenmemiştir. Radyoaktif Fiiller vakasının devamında öğretmen adaylarına derslerinde bu konuya nasıl yer verecekleri sorusu yöneltilmiştir. Bu bölümde dikkat çeken nokta öntestte hiç kodlanmayan diğer STEM disiplinleri/öğretmenleri ile işbirliği kategorisi sontestte artış göstermiştir. Uygulamaların STEM disiplinlerinin bütünleştirilmesi noktasında farkındalıklarının artışına etkisi olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak STEM-A ölçeğinin ikinci bölümünden elde edilen verilerin çözümlenmesi ile katılımcıların seçilen iki günlük yaşam temalı konuda STEM disiplinleri arasındaki ilişkiyi kavramakta zorlandıkları ileri söylenebilir. Bu bulgu Tezsezen (2017) tarafından tespit edilen bulgu ile uyumluluk göstermektedir. Sunulan bu çalışmanın katılımcıları fen bilgisi öğretmen adaylarıdır. Fen bilgisi öğretmenliği programında yer alan kimya dersleri göz önünde bulundurulduğunda korozyon ve radyoaktivite konuları üzerine düşen ders saatinin az olduğu söylenebilir. Bu nedenle de katılımcıların hem günlük yaşamlarından hem de kimya derslerinden korozyon ve radyoaktivite konuları hakkında çok bilgi sahibi olmamış olabilecekleri ve bu nedenle seçilen konular ile STEM disiplinleri arasındaki ilişkileri fark etmede zorlanmış olabilecekleri düşünülmektedir. Pleasants, Tank ve Olson (2021) tarafından öğretmen ve öğretmen adayları ile gerçekleştirilen çalışmada da katılımcılardan ünite sonuna mühendislik tasarımı etkinliği planlamaları istenmiş ve elde edilen veriler incelendiğinde katılımcıların büyük bir çoğunluğu tarafından mühendislik tasarımı ile bilim disiplinleri arasında çok yüzeysel kavramsal bağlantılar kurulduğu tespit edilmiştir.

Genel duruma bakıldığında STEM disiplinleri ayrı ayrı tanımlanırken diğer STEM disiplinleri ile ilişkilendirmenin en çok mühendislik ve matematik disiplinlerinde

kodlandığı görülmektedir. Adaylarla yapılan görüşmelerde de mühendislik disiplini STEM eğitimini tanımlarken en çok üzerinde durulan disiplin olduğu gözlemlenmiştir. Öğretmen adayları için disiplinlerin bütünleştirilmesinde mühendislik önemli rol oynamaktadır (Tezsezen, 2017). Bu duruma süreç boyunca kullanılan uygulamaların, vurgulanan noktaların sebep olabileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte görüşmelerden elde edilen veriler de göz önünde bulundurulduğunda öğretmen adaylarının teknoloji konusunda kendilerini yetersiz hissetmesi, gerekli donanıma sahip olmadıklarını düşünmesi teknolojiyi diğer disiplinlerle ilişkilendirmekte zorlanmış olabileceklerini düşündürmektedir. Uygulamalar sırasında araştırmacının gözlemi de öğretmen adaylarının teknolojiyi kullanmakta çekimser davrandıkları yönündedir. Gül (2019) tarafından öğretmen adaylarının STEM ders planı ve etkinliklerinin incelendiği çalışmada öğretmen adayları eksik/hatalı yönlerine ilişkin soruda *STEM etkinliklerinin matematik ve teknoloji disiplinini içermemesi* olduğunu belirtmişlerdir. Gül alanyazın incelemesine dayanarak öğretmen adaylarının STEM disiplinlerinin entegrasyonunu sağlama noktasında eğitime ihtiyaçları olduğunu ifade etmektedir.

STEM-A açık uçlu anketi ağırlıkla öğretmen adaylarının disiplinleri entegre edebilme ve verilen problemlerin çözümlerinin içerdiği STEM disiplinlerinin farkındalığını ölçmektedir. Mikrobiyolojik Korozyon vakasının proje hazırlama ve Radyoaktif Fiiller vakasının öğretimde kullanılması sorularından yola çıkarak öğretmen adaylarının STEM eğitiminin öğretimde kullanma konusundaki farkındalıkları ile ilgili daha derin bilgi sahibi olmak için görüşmelerin devamında bu amaca yönelik sorular yöneltilmiştir. Görüşmeye katılan öğretmen adayları (n=7) STEM eğitiminin fen bilimleri dersi kapsamında her konuda uygulanabileceğini söylemişlerdir. Özmansur (2019) fen bilimleri öğretmenlerinin görüşlerini incelediği çalışmada araştırmaya katılan öğretmenlerin STEM eğitiminin fen bilimleri dersinde her konuda kullanılabileceğini belirttikleri sonucuna ulaşmıştır. Bunun yanı sıra bir öğretmen adayı ‘Hücre’ konusunun STEM uygulamaları için çok uygun olduğunu belirtirken başka bir öğretmen adayı genel olarak biyoloji konularında STEM uygulamalarının kullanılamayacağını belirtmiştir. Benzer şekilde bir öğretmen adayı genel olarak fizik konularının STEM uygulamaları için ‘‘en uygulanabilir’’ konular ifadesini kullanırken farklı bir öğretmen adayı fizik konularının STEM uygulamaları için uygun olmadığını belirtmiştir. Aslan (2019) tarafından yürütülen çalışmada da katılımcıların genel olarak STEM uygulamalarının

fizik derslerine daha uygun olacağını ancak biyoloji dersini sözel bir ders olarak görüp STEM uygulamalarına uygun olmayacağını düşündükleri tespit edilmiştir. Sunulan bu çalışmada katılımcıların astronomi konusunda da benzer fikir ayrılıkları görülmüştür. Oysa örneğin Okulu (2019) tarafından astronomi konusunda STEM etkinlikleri geliştirilmiş ve değerlendirilmiştir. Özmansur (2019) çalışmasında öğretmenlerin STEM eğitimini çoğunlukla enerji dönüşümleri, seri ve paralel bağlı devreler konusunda kullanılmasının uygun olabileceği görüşünü bildirdikleri, Aslan (2019) fen bilgisi öğretmen adaylarının fizikte en çok basit makineler ve Yıldırım (2017) tarafından da elektrik devreleri ve kuvvet hareket konusunda, biyolojide canlıları tanıyalım konusunda ve kimyada ısı sıcaklık konusunda uygulanabileceği yönünde görüşler tespit edilmiştir.

Sunulan bu çalışmanın katılımcıları öğretmenlik hayatlarında STEM uygulamalarını kullanırken sınıf hakimiyeti, ön hazırlık, zaman yönetimi, mühendislik tasarım süreci deneyimi, teknoloji disiplinini bütünleştirme deneyimi, STEM etkinlik planlama deneyimi, el becerisi, idarecinin desteği, öğretmen (kendi branşı/diğer branşlar) desteği, malzeme temini, laboratuvar/ geniş bir alan, ideal sınıf mevcudu konularında desteğe ihtiyaç duyacaklarını belirtmişlerdir. Bu kategorilerden çoğunlukla kodlananlar ise idarecinin ve öğretmen (kendi branşı/diğer branşlar) desteği ve malzeme teminidir. Öğretmen (kendi branşı/diğer branşlar) desteği temasını kodlayan öğretmen adayları ise fen bilimleri öğretmeni olarak her konuda uzman olamayacaklarını ve bu sebeple desteğe ihtiyaç duyabileceklerini söylerken bunun yanı sıra etkinlikleri beraber yürütmenin de iyi olacağını belirtmişlerdir. İdarecinin desteği kategorisini kodlayan öğretmen adaylarının bir şekilde STEM etkinliklerine çalıştıkları okul idaresi tarafından destek göremeyeceği yargısı oluştuğu gözlemlenmiştir. Değirmenci (2020), öğretmenler ile yaptığı çalışmada benzer şekilde idare ve velileri önyargılarıyla karşılaştıklarını ifade ettikleri sonucuna ulaşmıştır. Çalışma süresince uygulamalarda kullanılan malzemelerin büyük çoğunluğu geri dönüşüm materyalleri olduğu halde malzeme temini kategorisini kodlayan adayların atanma ihtimali olan şehirlerde yeterli imkanlara sahip olamayacaklarını düşündükleri tespit edilmiştir. Alanyazın incelendiğinde Türkiye'de yapılan birçok çalışmada öğretmen ve öğretmen adaylarının malzeme temini konusunda desteğe ihtiyaç duyacağı fikri yaygındır (Hacıoğlu, Yamak & Kavak, 2016; Ensari, 2017; Süldür, 2019; Eroğlu, Bektaş, 2016; Çınar vd., 2016; Büyükkör, 2021). Ancak Göktaş (2019) biyoloji öğretmen adayları ile yaptığı çalışmada katılımcıların STEM uygulamaları için üst düzey

malzemelere ihtiyaç olmadığı, malzeme temini için üniversite, öğrenci, öğretmen, Ar-Ge şirketleri ve sanayiden destek alınabileceği yönünde görüş bildirdikleri sonucuna ulaşmıştır. Laboratuvar/geniş alan temasını kodlayan katılımcıları tamamı bunun bir ihtiyaç olmadığını ancak olmasının da çok iyi olacağını belirtmişlerdir. Mesleki yeterlilik bakımından en çok kodlanan kategoriler sınıf hakimiyeti ve zaman yönetimidir. Bu kategoriyi kodlayan öğretmen adayları (n=4) STEM uygulamaları için geniş zaman gerektiğini ve bu uygulamalar esnasında sınıf hakimiyeti kurmakta zorlanabileceklerini dile getirmişlerdir. Alanyazın incelendiğinde STEM uygulamalarında sınıf hakimiyeti kurulmasının zor olacağı yönünde öğretmen ve öğretmen adayı görüşlerine sıklıkla rastlanmaktadır (Hacıoğlu, Yamak & Kavak, 2016; Süldür, 2019; Eroğlu, Bektaş, 2016; Göktaş, 2019; Siew vd., 2015). STEM uygulamalarının daha başarılı uygulanabilmesi için neler yapılması gerektiği konusunda öğretmenlerin önerilerini alan Değirmenci (2020) eğitimlerin uzun zaman yayılarak (modüller halinde) yıl boyunca düzenlenmesi sonucuna ulaşmıştır. Siew vd. (2015) öğretmen adayları ile yaptıkları çalışmalarında zaman konusunda yaşanan probleme çalışmaların ders dışında yürütülmesi çözümünü sunmuştur.

Öğretmen adaylarına STEM uygulamalarının verimliliğini sağlayacak anahtar sorulduğunda öğrencinin hayal gücü, işbirlikli çalışma, öğrencinin aktif rol alması, BTHP'nin öğrenci için anlam ifade eden gerçek bir problem olması, disiplinlerin doğru bütünleştirilmesi, geniş zamana yayılması, bilgi edinme aşamasının doğru yapılması, sürecin yaratıcılığı geliştirecek şekilde tasarlanması kategorileri kodlanmıştır. Bu kategoriler arasında en çok kodlanan (n=5) işbirlikli çalışma kategorisidir.

Öğretmen adaylarının STEM disiplinlerini bütünleştirme farkındalıklarını ölçme amacıyla diğer STEM disiplinlerini ne şekilde dahil edecekleri sorulmuştur. Katılımcılar teknoloji disiplini için; üretileni pazarlamak için sanal ortam, kullanılan cihazlar ve mobil uygulamalar, simülasyonlar, artırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik, animasyon, fotoğraf/ video çekimleri, eğitim oyunları yanıtlarını vermişlerdir. En çok kodlanan kategori kullanılan cihazlar ve mobil uygulamalardır. Bir öğretmen adayının kalem, kağıt kullanımının teknoloji disiplinini dahil etmeye örnek olarak göstermesi düşündürücüdür. Bu görüş geçmiş yıllar için geçerli olabilir. Ancak geçmişten günümüze yaşanan teknolojik gelişimler göz önünde bulundurulduğunda bu görüşün teknolojiyi dahil etme konusunda yetersiz olacağını göstermektedir. Öğretmen adaylarının hangi desteklere

ihtiyaç duyacağı sorusunda da teknolojiyi kullanmada yetersiz hissettikleri yönünde alınan cevaplar eğitim fakültelerinde öğretmen adaylarına teknoloji konusunda eğitimler verilmesi gerekliliğini açığa çıkarmaktadır. Gülgün, Yılmaz & Çağlar (2017) fen bilimleri öğretmenlerinin STEM eğitimi hakkında görüşlerini incelediği çalışmada eğitimcilerin iyi düzeyde bilgisayar okuryazarı olması gerektiği sonucuna ulaşmıştır. Değirmenci (2020) teknoloji ve mühendislik disiplinlerini entegre etmekte öz yeterliliği düşük olan öğretmenlerin STEM öz yeterliliğinin de düşük olduğu sonucuna ulaşmıştır. Bu durumda STEM eğitimi konusunda öz yeterliliği yüksek öğretmenler yetiştirilmesi için teknoloji okuryazarı öğretmenler yetiştirmek gereklidir. Mühendislik disiplinini dahil etmek için katılımcılar eskiz/taslak hazırlama, bir mühendis gibi çalışacakları ders tasarımı, ürün icat etme, ekonomik açıdan verim alma, malzeme seçimi, dayanıklı ürün geliştirme kategorilerinde yanıtlar vermişlerdir. Burada dikkat çeken eskiz/taslak hazırlama (n=5) kategorisidir. Öğretmen adayları uygulamalar esnasında ürün tasarlamadan önce ölçeklendirerek model çizmekte zorlanmışlardır. Matematik disiplinini dahil etmek için katılımcılardan matematiksel yetkinlik geliştiren etkinlik tasarlama ve etkinlikleri günlük hayattaki matematik ile örtüştürme kategorilerinde yanıtlar alınmıştır.

5.2. Öneriler

Öğretmen adaylarının 4 ders saati boyunca aktif olarak çalışması araştırmacı gözlemine göre adaylar için yorucu ve verim düşürücü olmuştur. Bu durumu iyileştirmek için uygulamaların daha uzun sürece yayılması önerilebilir.

İncelenen değişkenler (problem çözme becerisi, bilimsel yaratıcılık, STEM farkındalığı) için, ulaşılan sonuçlar göz önünde bulundurulduğunda değişim gözlenebilmesi için daha uzun süreci kapsayacak çalışmalar yapılması önerilir.

Araştırmacılar için bir diğer öneri ise aynı çalışmada fazla sayıda değişken incelemek yerine bir ya da iki değişkeni derinlemesine incelemek daha nitelikli bir çalışma elde etmekte faydalı olabilir.

İlgili alanyazın incelendiğinde öğretmen adayları ile yapılacak çalışmalarda STEM öz yeterliliklerinin, mühendislik ve teknoloji disiplinlerini bütünleştirme konusundaki bilgi ve becerilerinin, STEM eğitimine yönelik ders planı hazırlama yetkinliklerinin incelenmesi faydalı olacaktır.

Son olarak STEM eğitimine yönelik yapılacak çalışmalarda ön hazırlık, planlama aşamasına özellikle dikkat edilmesi, kullanılacak malzemelerden, hazırlanacak ders planlarına kadar detaylıca planlanması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

Acar, D. , Tertemiz, N. & Taşdemir, A. (2019). STEM Eğitimi ile Öğrenim Gören Öğrencilerin Matematik ve Fen Bilimleri Problem Çözme Becerileri ve Başarıları Arasındaki İlişkinin İncelenmesi . *Bartın Üniversitesi Eğitim Araştırmaları Dergisi, 3 (2),* 12-23 .

Akgündüz, D., Ertepınar, H., Ger, A., & Türk, Z. (2018). STEM Eğitiminin Öğretim Programına Entegrasyonu: Çalıştay Raporu İstanbul: Aydın Üniversitesi. 24 Haziran 2021 tarihinde https://www.aydin.edu.tr/haberler/Pages/STEM-raporu-2018.aspx adresinden erişildi.

Aksoy, B., (2003). Problem Çözme Yönteminin Çevre Eğitiminde Uygulanması, *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, Cilt:2, Sayı:14,* 83-98.

Aktaş, A. T. (2019). STEM Uygulamalarının Sınıf Öğretmeni Adaylarının Özyeterlik İnançlarına, STEM Farkındalıklarına ve Sorgulama Becerilerine Etkisi. (Yüksek Lisans Tezi) Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.

Alan, B. (2017). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bütünleşik Öğretmenlik Bilgilerinin Desteklenmesi: STEM Uygulamalarına Hazırlama Eğitimi. Fırat Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Elâzığ.

Alnıak, S. (2019). Fizik Konularında STEM Eğitiminin Öğrencelerin Tutumlarına ve Problem Çözme Becerilerine Etkisinin İncelenmesi. Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Altunel, M. (2018). STEM Eğitimi ve Türkiye: Fırsatlar ve Riskler. *Seta Perspektif Dergisi,* Sayı: 207.

Aslan-Tutak, F., Akaygün, S., Tezsezen, S. (2017). İşbirlikli FeTeMM (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) Eğitimi Uygulaması: Kimya ve

Matematik Öğretmen Adaylarının FeTeMM Farkındalıklarının İncelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 32(4):* 794-816.

Avcı, B. (2017). *Lego Mindstorms Robotik Projelerinin Öğretmen Adaylarının Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi, Problem Çözme Becerileri ve Bilimsel Yaratıcılıkları Üzerine Etkisi.* Marmara Üniversitesi/Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Ayverdi, L., Asker, E., Öz Aydın, S., Sarıtaş, T. (2012). İlköğretim Öğrencilerinin Bilimsel Yaratıcılıkları ile Fen ve Teknoloji Dersi Akademik Başarıları Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi. *İlköğretim Online, 11(3)*, 646-659

Bartels, S. L., Rupe, K. M. & Lederman, J. S. (2019). Shaping Preservice Teachers' Understandings of STEM: A Collaborative Math and Science Methods Approach. *Journal of Science Teacher Education, 30:6*, 666-680, DOI: 10.1080/1046560X.2019.1602803

Buyruk, B., Korkmaz, Ö. (2016). FeTeMM farkındalık ölçeği (FFÖ): Geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Part B: Türk Fen Eğitimi Dergisi, 3(2)*, 61-76.

Büyükkör, B., (2021). Türkiye'de STEM Eğitimini Uygulayan Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Kullandıkları Yöntem, Teknik ve Materyaller ile Karşılaştıkları Sorunların İncelenmesi. Giresun Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Giresun.

Büyüköztürk. Ş. (2012). *Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitabı.* (23. bs), Ankara: Pegem Akademi.

Büyüköztürk, Ş. (2012). Örnekleme Yöntemleri. 16 Haziran 2021 tarihinde http://cv.ankara.edu.tr/duzenleme/kisisel/dosyalar/18082015132036.pdf adresinden erişildi.

Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2017). *Bilimsel araştırma yöntemleri.* (18. bs). Ankara: Pegem Akademi.

Bybee, R., (2010). What Is STEM Education?. 12 Nisan 2018 tarihinde www.sciencemag.org adresinden erişildi.

Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities. Arlington,* VA: NSTA Press.

Çağlayan, H. S. (2007). Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu Öğrencilerinin Öğrenme Biçimleri ile Problem Çözme Becerileri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. (Yayımlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.

Çınar, S., Pırasa, N. & Sadoğlu, G. (2016). Views of Science And Mathematics Pre-Service Teachers Regarding STEM. *Universal Journal of Educational Research, 4(6),* 1479-1487. DOI: 10.13189/ujer.2016.040628

Çınar, S., Pırasa, N., Uzun, N. ve Erenler, S. (2016), The Effect of Stem Education on Pre-Service Science Teachers' Perception of Interdisciplinary Education, *Journal of Turkish Science Education,13,* 118-142

Corlu, S. M. (2012). A Pathway To Stem Educatıon: Investıgatıng Pre-Servıce Mathematıcs And Scıence Teachers At Turkısh Unıversıtıes In Terms Of Theır Understandıng Of Mathematıcs Used In Scıence. Texas A&M University, Texas.

Corlu, M. S. (2017). *STEM: Bütünleşik öğretmenlik çerçevesi [STEM: Integrated teaching framework].* In M. S. Corlu, & E. Çallı (Eds). STEM Kuram ve Uygulamaları. (pp. 1-10). İstanbul, Turkey: Pusula.

Corlu, M. S., ve Çallı, E. (2017). STEM kuram ve uygulamalarıyla fen, teknoloji, mühendislik ve matematik eğitimi. İstanbul: Pusula Yayıncılık.

Coşkun, M. (2004). *Coğrafya öğretiminde proje tabanlı öğrenme yaklaşımı.* (Yayımlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.

Cotabish, A., Dailey, D., Robinson, A., & Hughes, G. (2013). The Effects of a STEM Intervention on Elementary Students' Science Knowledge and Skills. *School Science and Mathematics, 113(5),* 215-226

Creswell, J. W. (2012). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research (4th ed.).* Boston, MA: Pearson.

Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2017). *Designing and conducting mixed methods research (2nd ed.).* California, CA: Sage Publications.

Demir, S. (2014). *Bilimsel Tartışma ve Araştırmaya Dayalı Tasarlanan Laboratuvar Programının, Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılıklarına Etkisi.* Marmara Üniversitesi/Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Değirmenci, İ., (2020). *STEM Eğitimi Almış Öğretmenlerin STEM Öz Yeterliliklerinin ve Uygulamalarında Teknoloji ve Mühendislik Entegrasyonu Açısından Yaşadıkları Sorunların Belirlenmesi,* Marmara Üniversitesi/Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Deniş, Çeliker, H., & Balım, A. (2012). Bilimsel Yaratıcılık Ölçeğinin Türkçeye Uyarlama Süreci ve Değerlendirme Ölçütleri. *Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 5(2),* 1-21.

Deniş, Çeliker, H. (2012). *Fen ve Teknoloji Dersi "Güneş Sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesi" Ünitesinde Proje Tabanlı Öğrenme Uygulamalarının Öğrenci Başarılarına, Yaratıcı Düşünmelerine, Fen ve Teknolojiye Yönelik Tutumlarına Etkisi*. Dokuz Eylül Üniversitesi/Eğitim Bilimleri Ensititüsü, İzmir.

Doğan, N. vd. (2008). *Eğitimde Yeni Yönelimler*. 2. Baskı, (Editör: Özcan Demirel), Ankara: Pegem A Yayıncılık.

Dow, G. T., and Mayer, R. E. (2004). Teaching Students To Solve İnsight Problems: Evidence for Domain Specificity in Creativity Training. *Creativity Research Journal, 16(4),* 389-402 doi: 10.1080/10400410409534550.

Dugger, W. E. (2010). Evolution of STEM in the United States. *6th Biennial International Conference on Technology Education Research,* Queensland, Australia.

Elliott, B., Oty, K., McArthur, J. & Clark, B. (2001) The Effect of An İnterdisciplinary Algebra/Science Course on Students' Problem Solving Skills, Critical Thinking Skills and Attitudes Towards Mathematics. International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 32(6), 811-816.

Fırat, M., Kabakçı Yurdakul, I., & Ersoy, A. (2014). Bir eğitim teknolojisi araştırmasına dayalı olarak karma yöntem araştırması deneyimi. Eğitimde *Nitel Araştırmalar Dergisi-Journal of Qualitative Research in Education, 2(1),* 65-86. [Online]: www.enadonline.com, doi: 10.14689/issn.2148-2624.1.2s3m

Furner, J. M., & Kumar, D. D. (2007). The mathematics and science integration argument: A stand for teacher education. Eurasia Journal of Mathematics, *Science & Technology Education, 3(3),* 185–189. doi:10.12973/ejmste/75397.

Gonzalez, H.B. & Kuenzi J. (2012). *Congressional Research Service Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: A Primer*, p. 2. Also

available online at http://www.stemedcoalition.org/wp-content/uploads/2010/05/STEM-Education-Primer.pdf.

Gülgün, C., Yılmaz, A. & Çağlar, A. (2017). Teacher Opinions about the Qualities Required in STEM Activities Applied in the Science Course. *Journal of Current Researches on Social Sciences (JoCReSS), 7 (1),* ISSN: 2547-9644.

Hacıoğlu, Y. (2017). *Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM) Eğitimi Temelli Etkinliklerin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Eleştirel ve Yaratıcı Düşünme Becerilerine Etkisi.* Gazi Üniversitesi/Eğitim Bilimleri Ensititüsü, Ankara.

Harlen, W. (Ed.). (2015). *Working with big ideas of science education.* Trieste, Italy: Science Education Programme of IAP.

Honey, M., Pearson, G. ve Schweingruber, H. (2014). STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research. Washington D.C.: The National Academies Press.

Hu, W., & Adey, P. (2002). A scientific creativity test for secondary school students. *International Journal of Science Education, 24(4),* 389-403.

Hutton, D. G., Baumeister, R. F. (1992). Self-awareness and attitude change: Seeing oneself on the central route to persuasion. *Personality and Social Psychology Bulletin, 18(1),* 68-75.

Izgar, H., Gürsel, M., Kesici, Ş., ve Negiş, A. (2004). Önder davranışlarının problem çözme becerisine etkisi. *XIII. Ulusal Eğitim Bilimleri Kurultayı*, İnönü Üniversitesi/Eğitim Fakültesi, Malatya.

İnce, K. , Mısır, M. E. , Küpeli, M. A. & Fırat, A. (2018). 5. Sınıf Fen Bilimleri Dersi Yer Kabuğunun Gizemi Ünitesinin Öğretiminde STEM Temelli Yaklaşımın Öğrencilerin Problem Çözme Becerisi ve Akademik Başarısına Etkisinin İncelenmesi . Journal of STEAM Education, 1 (1), 64-78.

Jang, S.J., (2009). Exploration of secondary students‟ creativity by integrating web-based technology into an innovative science curriculum. *Computers and Education, 1(52),* 247-255.

Kadayıfçı, H., (2008). *Yaratıcı Düşünmeye Dayalı Öğretim Modelinin Öğrencilerin Maddelerinin Ayrılması ile İlgili Kavramları Anlamalarına ve Bilimsel Yaratıcılıklarına Etkisi.* Gazi Üniversitesi/Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Kanematsu H., Barry D.M. (2016) STEM and Creativity. In: STEM and ICT Education in Intelligent Environments. *Intelligent Systems Reference Library, vol 91. Springer*, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-19234-5_3

Karademir, E. (2017). *Fen Öğretiminde Beceri Kavramı ve Disiplinlerarası Kullanımı. E. Karademir içinde, Örnek ve Uygulama Destekli Fen Öğretiminde Disiplinlerarası Beceri Etkileşimi*. *Cilt I.Baskı*, s. 2-40. Ankara: Pegem Akademi.

Karışan, D., Macalalag, A., Johnson, J. 2019. The Effect of Methods Course on Preservice Teachers' Awareness and Intentions of Teaching Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Subject**.** *International Journal of Research in Education and Science, 5*(1): 22-35.

Kavak, T. (2019). *STEM Uygulamalarının 4. Sınıf Öğrencğlerğnğn Fen ve Teknolojiye Yönelik Tutumlarına, Bilimsel Süreç ve Problem Çözme Becerilerine Etkisi.* Fırat Üniversitesi/Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.

Kennedy, T.J., & Odell, M. R.L. (2014). Engaging Students In STEM Education. *Science Education International, 25 (3),* 246-258.

Korkut, F. (2002). Lise öğrencilerinin problem çözme becerileri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 23 (23),* Retrieved from https://dergipark.org.tr/tr/pub/hunefd/issue/7815/102637

Krajcik, J. & Delen, İ. (2017). Engaging Learners in STEM Education. *Eesti Haridusteaduste Ajakiri, 5*(1), 35–58. doi: https://doi.org/10.12697/eha.2017.5.1.02b

Kurtuluş, M. A. (2019). *STEM Etkinliklerinin Öğrencilerin Akademik Başarılarına, Problem Çözme Becerilerine, Bilimsel Yaratıcılıklarına, Motivasyonlarına ve Tutumlarına Etkisi.* Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Alanya.

Lin, K.-Y., Yu, K.-C., Hsiao, H.-S., Chang, Y.-S., & Chien, Y.-H. (2018). Effects of web-based versus classroom-based STEM learning environments on the development of

collaborative problem-solving skills in junior high school students. International Journal of Technology and Design Education, 1-14. https://doi.org/10.1007/s10798-018-9488-6.

MEB. (2018). Güçlü yarınlar için 2023 eğitim vizyonu. 1 Ekim 2019 tarihinde http://2023vizyonu.meb.gov.tr/doc/2023_EGITIM_VIZYONU.pdf adresinden erişildi.

National Governors Association, (2007). Innovation America: Building a Science, Technology, Engineering, and Mathematics Agenda, p. 3.

National Academy of Engineering. (2009). Engineering in K–12 education: Understanding the status and improving the prospects. Washington, DC: National Academies Press.

National Academy of Science. (2011). Successful K–12 STEM Education: Identifying effective approaches in science, technology, engineering and mathematics. Washington, DC: National Academics Press.

Özmansur, N., (2019). *Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Öğretmenlik Mesleğine Yönelik Öz-Yeterlik İnanç Düzeylerine Göre Fen Eğitiminde Kullanılan STEM Etkinlikleri Hakkındaki Görüşlerinin Değerlendirilmesi.* Çukurova Üniversitesi/Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.

Rehmat, A. P. (2015). Engineering the Path to Higher-Order Thinking in Elementary Education: A Problem-Based Learning Approach for STEM Integration. Retrieved from https://digitalscholarship.unlv.edu/thesesdissertations/2497/ on 24.10.2019.

Rıza, E. T. (2001). Creativity: A new area in educational technology. *Sakarya Üniversitesi Eğilim Fakültesi Dergisi, (3)*, 133-146.

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

Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher, 68(4),* 20–2.

Selina L. Bartels, Kathryn M. Rupe & Judith S. Lederman (2019) Shaping Preservice Teachers' Understandings of STEM: A Collaborative Math and Science Methods Approach, *Journal of Science Teacher Education, 30:6,* 666-680, DOI: 10.1080/1046560X.2019.1602803

Selvi, M., Yıldırım, B. (2018). Öğretmen yetiştirme anlayışındaki dönüşümler ve STEM öğretmeni eğitimi. Çepni, S. (Ed.), Kuramdan uygulamaya STEM eğitimi içinde (2. baskı, s.214-220), Ankara: Pegem Akademi.

Siew, N. M., Amir N., & Chong, C. L. (2015). The perceptions of pre-service and in-service teachers regarding a project-based STEM approach to teaching science. *SpringerPlus, 4:8*, 2-20.

Silik, Y. (2016). *Eğitsel Robotik Uygulamalarının Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Problem Çözme Becerilerine Etkisi.* Karadeniz Teknik Üniversitesi/Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Sonmaz, S. (2002). *Problem çözme becerisi ile yaratıcılık ve zeka arasındaki ilişkinin incelenmesi.* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi, İstanbul.

Şahbaz, Ö. (2010). *İlköğretim 5. Sınıf Fen ve Teknoloji dersinde kullanılan farklı yöntemlerin öğrencilerin bilimsel süreç becerileri, akademik başarıları ve hatırda tutma üzerindeki etkileri.* (Yayımlanmamış doktora tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Şahin, Ç. (2003). Değişen Dünyada Sınıf Öğretmenlerinin Değişen Toplumsal ve Yaratıcılık Rolleri. *Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Sayı:1*, Ankara.

Tezsezen, S. (2017). *Öğretmen Adaylarının FeTeMM Farkındalıklarının FeTeMM Alanları Tanımları ve İlişkileri Üzerinden İncelenmesi.* Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul.

Topses, M. D. (2011). *Eğitim sosyolojisi.* Ankara: Nobel Yayıncılık.

Türnüklü, E. B. ve Yeşildere, S. (2005), "Problem, Problem Çözme ve Eleştirel Düşünme", *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, Cilt 25, Sayı 3,* 107-123.

Türnüklü, A. (2000). ''Eğitimbilim Araştırmalarında Etkin Olarak Kullanılabilecek Nitel Bir Araştırma Tekniği: Görüşme'', *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi Dergisi, Sayı 24*, 543-559. https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/108517

Williams, J. (2011). STEM education: Proceed with caution. *Design and Technology Education: An International Journal, 16(1).*

Yağbasan, R., Gülçiçek, Ç. (2003). Fen Öğretiminde Kavram Yanılgılarının Karakteristiklerinin Tanımlanması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi Cilt: 1, Sayı:13.*

Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2008). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri,* 7. Baskı, Seçkin Yayıncılık, Ankara.

Yıldırım, P., (2017). ‘‘Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) entegrasyonuna ilişkin nitel bir çalışma’’, *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi 35*, 31-55.

URL-1: https://inteach.org/portal/kaynaklar/ Erişim Tarihi: 26.05. 2018

URL-2: https://www.nasa.gov/audience/foreducators/stem-on-station/lessons_from_space/index.html Erişim Tarihi: 26.05.2018

EKLER

EK-1: Problem Çözme Ölçeği

PROBLEM ÇÖZME ÖLÇEĞİ						
		Her zaman	Sık sık	Ara sıra	Pek az	Hiçbir zaman
Zor bir problemi çözmeye başlamadan önce ne yaparsın?						
1.	Problemin benden tam olarak ne istediğini anlayıp anlamadığımı düşünürüm.					
2.	Daha önce benzer bir problem üzerinde çalışıp çalışmadığımı hatırlamaya çalışırım.					
3.	Problemi çözmek için bana gereken bilgiler üzerine düşünürüm.					
4.	Problemde bana gerekmeyecek bilgiler olup olmadığına bakarım.					
5.	Problemin sınırları üzerine düşünmeye çalışırım.					
Problem üzerinde çalışırken ne yaparsın?						
6.	Ulaşılabilecek bütün bilgileri ve sınırlarını listelerim.					
7.	Verilen bilgilerden çözüme ilişkin olanları teşhis etmeye çalışırım.					
8.	Kafamda ya da bir kağıt üzerinde, problemi anlamama yardımcı olacak bir şekil oluştururum.					
9	Problem üzerinde çalışırken tüm adımları tek tek Planlarım.					
10.	İlerlediğim her bir adımda probleme tekrar dönüp bakmaya devam ederim.					
Problem üzerinde çalışmayı bitirdikten sonra ne yaparsın?						
11.	Makul olup olmadığını görmek için problem çözme yöntemime tekrar bakarım.					
12.	Çözümümü destekleyecek veya doğrulayacak delilleri bulmaya çalışırım.					
13.	Çözümler üzerine düşünürüm ve başka alternatifler olup olmadığını görmeye çalışırım.					
14.	Problemin çözümüne farklı açılardan bakmaya çalışırım.					
15.	Sonucumu veya hipotezimi, kendime "eğer.....olsaydı, ne olurdu?" şeklinde sorular sorarak test ederim.					
Problemler üzerinde hangi yöntemi uygulayarak çalışıyorsun?						
16.	Problemi anlamamı sağlayacak bir şekil çizerim.					
17.	Öncelikle bir hipotez oluşturur ve sonra onu test ederim (denerim).					
18.	Bu problemi çözmeme yarayacak gerekli adımları seçerim.					
19.	Problemleri veya hedefleri öncelik sırasına göre sıralar ve en önemli olan bir tanesinde odaklanırım.					
20.	Bir problem çözme modeli takip ederim.					

EK-2: Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği

BİLİMSEL YARATICILIK ÖLÇEĞİ

Ad-Soyadı: Cinsiyet: No:

Sevgili Öğrenciler,

Bu test sizin fen bilimlerindeki yaratıcılığınızı ölçmek amacıyla hazırlanmıştır. Soruların tek bir doğru cevabı yoktur. Sizden istenilen her bir soruya doğru bir cevap üretirken hayal etmeniz ve düşünmeniz; mümkün olduğunca çok, soruyu çeşitli yönlerden ele alan ve daha önce kimsenin aklına gelmemiş özgün cevaplar üretmenizdir. Bilimsel yaratıcılık puanınızın hesaplanmasında sorulara verdiğiniz cevapların sayısı, çeşitliliği ve özgünlüğü dikkate alınacaktır.

1. Bir cam parçasını bilimsel olarak hangi farklı şekillerde kullanabileceğinizi lütfen aşağıya yazınız. Örneğin; deney tüpü yapımı

2. Eğer bir uzay gemisi ile seyahat edip farklı bir gezegene gitme imkânınız 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?

3. Sıradan bir bisikleti daha ilginç, daha kullanışlı ve daha güzel yapmak mümkün olsaydı neler yapardınız? Lütfen yazınız. Örneğin, karanlıkta görülebilmesi için tekerlekleri fosforlu yapardım.

4. Eğer yerçekimi kuvveti olmasaydı sizce dünyada neler olurdu? Örneğin insanlar havada uçuyor olurlardı.

5. Bir kareyi en fazla kaç farklı yöntem kullanarak dört eşit parçaya bölebilirsiniz? Aşağıya çizip gösteriniz.

6. 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.

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

EK-3: STEM-A Açık Uçlu Anketi

FeTeMM'e İlişkin Açık Uçlu Sorular

Bölüm 1: Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1) Aşağıdaki alanlar sizin için ne ifade ediyor? Tanımlayınız.

a. Fen (Science):

b. Teknoloji (Technology):

c. Mühendislik (Engineering):

d. Matematik (Mathematics):

2) FeTeMM eğitimini (fen, teknoloji, mühendislik, matematik eğitimi) (İng.: STEM Education) duydunuz mu? Evet Hayır

a. Cevabınız "Evet" ise, tanımlayınız.

b. Cevabınız "Hayır" ise, sizce ne olabilir?

Bölüm 2a: Verilen metini okuyarak metine ilişkin soruları cevaplayınız.

Mikrobiyolojik Korozyon

Korozyon, metal veya metal alaşımlarının bulunduğu ortam ile kimyasal veya elektrokimyasal tepkime vererek bozunması ve tahribata uğraması olayıdır. Suyun yüksekten daha düşük seviyeye akışı gibi, bütün doğal olaylar da mümkün olabilen en düşük enerji seviyeli hale ulaşacak şekilde gerçekleşir. Bu bakış açısıyla, demir ve çelik de daha düşük enerjili hale dönüşürken, doğal ortamlarda mevcut oksijen ve su ile birleşerek, orijinal demir cevherinin kimyasal yapısına benzer şekilde, pasif korozyon ürünü olan demir oksitleri (pas) oluşturur. Deprem, iklim değişiklikleri vb. doğal afetler gibi korozyon da içme suyu, petrol ve doğal gaz boru hatları, köprüler, yapılar, konutlar, otomobiller gibi hemen hemen her yapıda riskli ve oldukça maliyetli hasarlara sebep olmaktadır. Korozyon, her yıl milyarlarca dolar kayba yol açan en ciddi sorunlardan biri olarak bilinmektedir.

Korozyon harcamaları üzerine ABD, İngiltere, Japonya, Avustralya, Kuveyt, Almanya, Finlandiya, İsviçre, Hindistan ve Çin'i de içine alan çok sayıda ülkede çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Yapılan araştırmalardan çıkarılan ortak sonuç, ülkelerin yıllık korozyon harcamalarının Gayri Safi Milli Hasılanın (GSMH) % 1'i ile % 5'i arasında değiştiğini göstermektedir. Türkiye için bu konuda yapılmış resmi bir çalışma bulunmamaktadır. Mikrobiyolojik etkiden kaynaklanan korozyon olarak bilinen bir diğer adıyla biyokorozyon olarak da ifade edilen mikrobiyolojik korozyon (Microbiological Influenced Corrosion, MIC); mikrop, bakteri ve mantar gibi mikroorganizmalar tarafından başlatılan veya hızlandırılan korozyondur. 100 yılı aşkın bir süre önce ortaya çıkarılan MIC'in, modern endüstriyel sistemler için ciddi bir problem olduğunun farkına son 30 yılda varılmıştır. Mikrobiyolojik korozyon, metal ve yapı malzemelerine olan korozyon zararlarının yaklaşık % 20'sini oluşturmaktadır. Dünya genelinde MIC'in direkt olarak sebep olduğu zararın yıllık 30– 50 Milyar $ mertebesinde olduğu tahmin edilmektedir. ABD sanayi, boru hatlarında meydana gelen korozyonun % 15-30'unu oluşturan MIC ile mücadele etmek amacıyla, sadece doğal gaz endüstrisinde yılda 1,2 Milyar $ harcama yapmaktadır. Özellikle enerji ve petrol sanayinde, mikrobiyolojik korozyondan kaynaklanan yangın problemleri gibi zaman zaman ciddi hasarlarla sonuçlanan bir çok soruna yol açmaktadır.

http://www.metalurji.org.tr/dergi/dergi169/d169_4045.pdf adresinden uyarlanmıştır.

Soru 1: Okuduğunuz metinde Fen (Science), Teknoloji (Technology), Mühendislik (Engineering), Matematik (Mathematics) alanları nasıl yer almaktadır?

a. Fen (Science):

b. Teknoloji (Technology):

c. Mühendislik (Engineering):

d. Matematik (Mathematics):

e. FeTeMM alanları dışında bu konunun ilgili olduğunu düşündüğünüz alanlar var mıdır? Varsa ne şekilde ilgilidir?

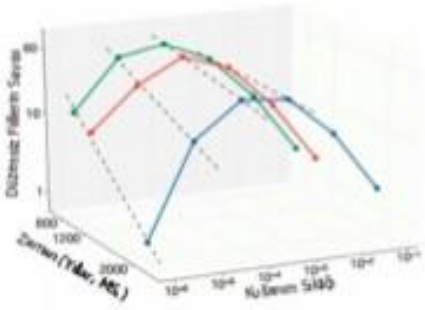
Soru 2: Mikrobiyolojik korozyonun günlük hayattaki etkilerini azaltma üzerine bir proje gerçekleştirmek isteyen bir matematik/fen/teknoloji öğretmeni olarak nasıl bir yol izlersiniz? Ne tür desteğe ihtiyaç duyarsınız?

Bölüm 2b: Verilen metini okuyarak metine ilişkin soruları cevaplayınız.

Radyoaktif Yüklemler

Geçmiş zamanının sonu 'ed' ile biten (Ör: yardım etti – *helped*) normal yüklemlerin yanısıra, kural dışı yüklemlerin geçmiş zaman formlarının ne olacağının belli olmaması (ör: *get-got*; *buy-bought*) İngilizce öğrenmeye başlayanların kabusudur. Ama hâlâ pes etmemiş olanlar sevinebilirler. Harvard Üniversitesi'nden bir matematikçi, yardımlarına koşuyor. Tabii biraz beklemeleri gerekecek.

Erez Lieberman adlı matematikçinin arkadaşlarıyla gelişirdiği formül, kuraldışı bir yüklemin ne zaman normal yüklemler safına katılacağını öngörüyor. Formül, yüklemlere (Parçacık fiziğinde kararsız ağır parçacıkların, radyoaktif bozunmayla daha küçük ama kararlı parçacıklara bölünmesinde olduğu gibi) "yarılanma ömürleri" biçiyor. Yani belli bir gruptaki kural dışı parçacıkların yarısının ne kadar sürede normal yüklemlere dönüşeceğini hesaplıyor. Yarılanma ömrü, yüklemin ne kadar popüler olduğuna bağlı: ne kadar sık kullanılıyorsa, normale dönüşmesi o kadar uzun zaman alıyor.



Örneğin, '*have*' ve '*hold*' yüklemlerinin geçmiş zamanları kural dışı ('*had*' ve '*held*'). Ama have yükleminin kullanımı, 'hold'unkinden 100 kat daha fazla. Dolayısıyla, 'held' in 'holded' haline dönüşmesi için geçecek zamanın yalnızca 5,400 yıl olmasına karşılık, 'had'in 'haved' haline gelmesi, 7 kat daha uzun zaman alacak, yani 38.800 yıl sonra gerçekleşecek. Formülünü oluşturmak için Lieberman, Eski İngilizce'den çoğu artık normalleşmiş olan 177 kuraldışı yüklem seçmiş ve bunları modern İngilizce'de hangi sıklıkla (normal biçimde) ortaya çıktıklarına göre gruplara ayırmış. Normalleşmiş formların modern dilde ortaya çıkış sıklığıyla, kural dışı formların kayboluş süreleri arasında da bir ilişki belirlemiş.

Bundan sonra, düzenli fiile dönüşecek düzensiz fiillerin, '*slink*' (sürünerek ilerlemek, sinsice yürümek) gibisinden az kullanılanlar olması bekleniyor. Belki de birkaç bin yıl sonra da "*That was an interesting story I just readed*" (Az önce okuduğum, ilginç bir hikayeydi) demek normal olacak. Burada daha ilginç olan, kuraldışı yüklemlerin en ilginçlerinden biri olarak tüm zaman kipleri hep aynı olan olan (*read*) yükleminin de normale dönüşü anlamına gelmesi. Ne diyelim, bu televizyon çağında okumak da artık o kadar sık kullanılan bir yüklem olmuyor sanki.

http://www.biltek.tubitak.gov.tr/haberler/matematik/s-485-10.pdf adresinden uyarlanmıştır.

Soru 1: Okuduğunuz metinde Fen (Science), Teknoloji (Technology), Mühendislik (Engineering), Matematik (Mathematics) alanları nasıl yer almaktadır?

a. Fen (Science):

b. Teknoloji (Technology):

c. Mühendislik (Engineering):

d. Matematik (Mathematics):

e. FeTeMM alanları dışında bu konunun ilgili olduğunu düşündüğünüz alanlar var mıdır? Varsa ne şekilde ilgilidir?

Soru 2: Radyoaktif fiiller ile ilgili bu haberi okudunuz ve ilginizi çekti. Bir matematik/fen/teknoloji öğretmeni olarak dersinizde bu konuya yer vermek isteseniz, nasıl yapardınız?

Katkınız için teşekkürler.

EK-4: Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu

1. Genel olarak karşılaştığınız bir problemi çözmek için nasıl davranırsınız?

2. Size verilen BTHP'ni çözmeye başlamadan önce neler yaptınız?

3. BTHP'nin üzerinde çalışırken neler yaptınız?

4. Ürün tasarlarken neler yaptınız?

5. Ürünü tasarladıktan sonra neler yaptınız?

6. Bu uygulamaların yaratıcılığınızın gelişmesine etki ettiğini düşünüyor musunuz?

7. Öğretmenlik hayatında fen bilimleri dersi kapsamında hangi konularda STEM uygulamalarına yer verebileceğini ya da veremeyeceğini düşünüyorsun?

8. Öğretmenlik hayatınızda bu uygulamaları kullanacak olsanız nelere ihtiyaç duyacağınızı düşünüyorsunuz?

9. Size göre STEM uygulamalarının verimli olmasını sağlayacak anahtar nedir? Bir STEM uygulamasının verimliliği neye bağlıdır?

10. Diğer STEM branşlarını uygulamalarınıza nasıl dahil edersiniz?

EK-5: STEM Ders Planı Örneği

STEM Ders Planı

Tarih: **Ders:** **Konu:** Karışımların Ayrılması

Öğretmen: Hande Çelik **Sınıf:**7. Sınıf **Süre**: ..... dk

1. Hedef Kazanımlar:

1.1 Bilişsel Süreç Kazanımları:

Merkezdeki disipline ait kazanım:

F.7.4.4.1. Karışımların ayrılması için kullanılabilecek yöntemlerden uygun olanı seçerek uygular.

F.7.4.5.1. Evsel atıklarda geri dönüştürülebilen ve dönüştürülemeyen maddeleri ayırt eder.

F.7.4.5.2. Evsel katı ve sıvı atıkların geri dönüşümüne ilişkin proje tasarlar.

F.7.4.5.3. Geri dönüşümü, kaynakların etkili kullanımı açısından sorgular. Geri dönüşüm tesislerinin ekonomiye katkısı vurgulanır.

F.8.6.4.1. Kaynakların kullanımında tasarruflu davranmaya özen gösterir.

F.8.6.4.2. Kaynakların tasarruflu kullanımına yönelik proje tasarlar.

F.8.6.4.4. Geri dönüşümün ülke ekonomisine katkısına ilişkin araştırma verilerini kullanarak çözüm önerileri sunar.

F.8.6.4.5. Kaynakların tasarruflu kullanılmaması durumunda gelecekte karşılaşılabilecek problemleri belirterek çözüm önerileri sunar.

Diğer STEM disiplinine ait kazanım:

Matematik

M.6.3.5.1. Sıvı ölçme birimlerini tanır ve birbirine dönüştürür.

M.6.4.2.1. Bir veri grubuna ait açıklığı hesaplar ve yorumlar.

M.7.1.1.1. Tam sayılarla toplama ve çıkarma işlemlerini yapar, ilgili problemleri çözer.

M.7.1.1.2. Toplama işleminin özelliklerini akıcı işlem yapmak için birer strateji olarak kullanır.

M.7.1.1.3. Tam sayılarla çarpma ve bölme işlemlerini yapar.

M.7.1.1.5. Tam sayılarla işlemler yapmayı gerektiren problemleri çözer.

Teknoloji

TT. 7. B. 1. 2. Günlük hayatta karşılaşılan bir sorun, ihtiyaç veya gerçekleştirebileceği hayalini "tasarım problemi" şeklinde ifade eder

TT. 7. B. 1. 3. Belirlediği probleme yönelik geliştirdiği çözüm önerisini paylaşır.

TT. 7. B. 2. 1. Tasarımı için taslak çizimler yapar.

TT. 7. B. 1. 13. Tasarımı değerlendirdikten sonra elde ettiği verilerden hareketle tasarımını yeniden yapılandırır.

TT. 7. B. 1. 14. Tasarımını kullanıcıya ulaştırmak üzere tanıtım ve pazarlama imkânlarını değerlendirir.

Mühendislik mesleğine yönelik kazanımlar:

- Öğrenci bir mühendislik projesinin içerdiği süreçleri tespit eder. Planlama, prototip oluşturma, tasarım, yürütme, kalite kontrol ve raporlama gibi aşamaları açıklar.
- Öğrenci proje çalışmasında kendisini farklı rollerdeki bir takım üyesi olarak varsayarak o rolün gerektirdiği çalışmaları başarıyla tamamlar.
- Öğrenci görsel, yazılı ve sözlü iletişim yöntemlerini kullanarak fikirlerini ve bulgularını profesyonel hedef kitleye açık ve tutarlı olarak ifade eder ve tartışır.

Mühendislik bilimine yönelik kazanımlar:

- Öğrenci problemi analiz ederken farklı matematiksel kavramları ve yöntemleri kullanır.
    a. Ölçmede ve ölçümleri okumadaki hassasiyetin mühendislik çalışmalarındaki öneminin farkına varır.

Mühendislik-Tasarım Kazanımları:

- Öğrenci, tasarım sürecindeki fikirleri geliştirme, problemleri çözme ve aradaki bağıntıları anlama amacıyla resim eskizleri hazırlar.

1.2. Sosyal Ürün Kazanımları:

- Grup arkadaşlarıyla etkili iletişim kurarak fikirlerini paylaşır ve grup çalışmalarına aktif olarak katılır.
- Grubun oluşturduğu tasarım ve ürünler ile deney sonuçlarını sınıf arkadaşlarına sunar.
- Grup arkadaşlarıyla iletişim halinde olur ve görev dağılımına uyar
- Grup içinde fikir belirtme özgüvenini yakalar.
- Problem ve çözüm odaklı fikir yürütür ve paylaşır.
- İş birliği ile birlikte yardımlaşmanın önemini anlar.

2. Kullanılan Materyaller:

- Reçine
- Pet şişe
- 200cc enjektör
- Pamuk
- Aktif karbon
- Beher
- Erlen
- Deney tüpü
- Kahve filtre kağıdı
- Çivi
- Hassas terazi
- Su sertlik kiti
- pH metre
- Güvenlik gözlükleri
- Lastik eldiven
- Klor tayin kiti
- Taneli doğal kum
- Büyük taneli çakıl
- Küçük taneli çakıl
- 1,5 metre tülbent

Atık Su Kirleticiler Listesi

- 1,5 litre su
- 5 gram kahve granülü
- 40 gram toprak
- 15 mL bitkisel yağ
- 350 mL çamaşır suyu
- 30 gram yaprak çimen kuruları
- 4 gram küçük, parlak renkli plastik parçacıkları
- $CaCO_3$
- Gıda boyası

3. Kaynaklar:

- https://www.youtube.com/watch?v=Om42Lppkd9w

4. Bilgi Temelli Hayat Problemi (BTHP):

4.1. Bilgi Temelli Hayat Problemi: Dünya Sağlık Örgütünün verilerine göre her gün binlerce kişinin hayatı güvenli olmayan su kullanımı yüzünden son buluyor. Dünyadaki hızlı nüfus artışı, küresel ısınma nedeniyle ortaya çıkan iklim değişikleri, buna bağlı olarak yağış miktarlarının azalması gün geçtikçe elimizdeki tatlı su kaynaklarının azalmasını sağlıyor. 2030 yılında dünyadaki su ihtiyacının %50 oranında artacağı tahmin ediliyor.

Yaşadığınız şehirde büyük bir sel felaketi yaşandığını ve içme sularının kirlendiğini düşünerek evinizde kullandığınız musluk suyunu içilebilir hale getirmek için kendi su arıtma cihazınızı tasarlayınız.

4.2. Sınırlamalar:

- Kolay bulabileceğimiz malzemelerle üretilmelidir.
- Üretim maliyetiniz en çok 100₺ olmalıdır.
- Arıtma için kullandığınız malzemeleri mümkün olan en fazla miktarda geri kazanmalısınız (Geri kazanılan madde miktarı).
- Su sertliğinin azaltılmış olması gereklidir
- Su parametreleri içilebilir değerler arasında olmalıdır.
- Su berrak olmalıdır.
- Üretilen su artıma cihazı uygun damlatma hızında olmalıdır (5 saniyede 1 damla).

4.3. Meslek, Görev ve Sorumluluklar:

- Çevre Mühendisi
- Malzeme Mühendisi
- Endüstriyel Tasarım Mühendisi
- Kimyager
- Biyolog

5. Ders İçeriği:

5.1. BTHP ve Sınırlamalar: Öğrencilere BTHP ve sınırlılıklar verilir. Meslek ve görev paylaşımları yapmaları için süre verilir.

***5.2.* Bilgi Ediniyorum (Bildiklerim / Araştırmak İstediklerim / Öğrendiklerim):** BTHP ile ilgili olarak *öğrencilerin sorun ve olası çözüm(ler)e yönelik ön bilgilerini ortaya çıkarmak amacıyla bildiklerini ve deneyimlerini yazmalarını amaçlıyoruz.* Öğrencilein ön bilgilerini harekete geçirmek için ipuçları olarak aşağıdaki gibi bazı sorular yöneltilebilir.

- Su kirliliğini oluşturan başlıca etmenler nelerdir?
- Yeraltı suları mı yeryüzü suları mı daha temizdir? Neden?
- Kaynak sularının işlenmiş sulardan farkı nedir? İçtiğimiz sular arıtılmış mıdır?
- Su arıtma evreleri nelerdir?
- Karışımları ayırma yöntemleri nelerdir?

Öğrenciler çalışma defterindeki **Neler Biliyorum** alt bölümünü doldurmaya başlarlar. Daha sonra çözüm bulmak üzere önce sorular üretmeye ve sonrasında bu sorulara cevaplar bulmak için araştırmalar yapmalarına fırsatlar yaratmayı amaçlıyoruz. Bunun için öğrencilerin grup üyeleri ile tartışarak BTHP'ne çözüm bulabilmek için hangi sorulara cevap bulmaları gerektiği yönünde rehberlik edilir. Öğrencilerin zorluk yaşadıkları görülürse örneğin 'Kaç çeşit su arıtma yöntemi vardır?' gibi ip ucu verilerek grup olarak birden çok soru üretmeleri ve bunları çalışma defterinin **Neler Araştırmalıyım** alt bölümüne yazmaları için süre verilir. Bu bölümde her grup üyesinin rolünü üstlendiği meslek dalını ilgilendiren sorular üretmeleri için teşvik edilir. Burada amaç bir sorunun çözümünde disiplinler arası çalışmanın gerekliliğini ve önemini sezdirmektir. Araştırmalar yaptıktan sonra öğrendikleri yeni bilgilerin farkına varmalarını amaçlayarak araştırmalarının sonuçlarını çalışma defterlerindeki **Neler Öğrendim** alt bölümüne not etmeyi unutmamaları gerektiği hatırlatılır. Araştırmalar tamamlandıktan sonra **Fikir Üretiyorum** aşamasına geçilir.

5.3. Fikir Üretiyorum: Bu aşamada öğrencilerden beklenen sınırlılıklar dahilinde nasıl bir prototip yapacaklarına karar vermeleridir. Mümkün olduğunca beyin fırtınası

yaparak tasarım için farklı fikirleri toplarlar ve çalışma defterlerinin **Fikir Üretiyorum** bölümünü doldururlar. Birden çok doğru yolun olabileceğini farkettirmek amacıyla düşündüğünüz tüm farklı fikirleri yazınız ya da çiziniz şeklinde yönlendirmeler yapılır. Karar verme becerilerini geliştirmek amacıyla fikirlerden hangisini kullanmaya karar verdiniz, neden? Soruları yöneltilerek grup olarak karar vermeleri beklenir. Daha sonra malzemelerin alınması için her grubun malzeme mühendisleri öğretmenin yanına çağırılır. Öğrencilere ürün geliştirmeleri için en fazla 100 tL bütçeleri olduğu hatırlatılır.

5.4. Ürün Geliştiriyorum: Bu aşamada öğrencilerimizin bir mühendis gibi çalışmalarını, tasarıma bağlı olarak çizimler yapmalarını, ölçüm araçlarını kullanmalarını amaçlıyoruz. Öğrencilere önceden hazırlanan kirli sudan 250 mL kadar verilir. Ürün geliştirmeye başlamadan önce kirli suyun pH derecesi ve sertlik miktarı ve bulanıklık durumu önce öğretmen daha sonra öğrenciler tarafından ölçülür. Daha sonra öğrenciler geliştirdikleri fikirlerden BTHP ve sınırlılıklara en uygun olan fikre beraberce karar verirler. Çalışma defterindeki **Tasarla (Plan yap)** alt bölümünde tasalanacak ürüne ilişkin öğrencilerden ayıntılı açıklamalar ve çizim yapmaları beklenir. Bu sırada öğrencilerin yanlarında dolaşılarak tasarımları gözden geçirilir ve öğrencilerin soruları varsa onlara yardımcı olunur. **Üretelim / Planımızı Uygulayalım** alt bölümünde **t**asarımlarına/planlarına uygun prototip hazırlamalarını amaçlıyoruz. Uygulamaları sırasında kesici malzemeleri kullanırken dikkatli olmaları konusunda uyarılırlar.

5.5. Test Edelim ve Verileri Kaydedelim: Geliştirilen su arıtma cihazı prototipi içerisine 250 mL kirli su koyulur. Çalışma defterinin Test Edelim ve Veileri Kaydedelim bölümünde bulunan tablodaki kriterlere göre gözlemlenir ve veriler tabloya kaydedilir.

Tablo 1. Su arıtma cihazına ve su niteliğine ait veriler

Maliyet	
Su sertliği	
pH	
Su berraklığı	
Suyun rengi	
Geri kazanılan madde miktarı	
Damlama hızı	
TDS değeri (suyun içerisinde çözünmüş katı madde miktarı) (ppm)	

Test sonuçlarına göre sorunlar varsa tekrar öğrenciler yeniden geliştirmeye, değişiklikler yaparak tekrar test etmeye yönlendirilir. Ürünlerinin başarılı olduğuna karar verdiklerinde Tanıtıyorum / Paylaşıyorum bölümüne geçilir. Ürün değerlendirme kriterleri öğrencilerle paylaşılır.

Kriter	0 puan	10 puan	50 puan
Maliyet / ya da geri kazanç	En yüksek maliyet		En düşük maliyet
Su sertliği	Çok sert Çok yumuşak	Sert	Yumuşak ya da orta sert
Suyun berraklığı	Berrak değil		Tamamen berrak
Damlama hızı	Aralıksız akıyorsa	1 damla için süre 5 s'den çok ise	5 s'de 1 damla
pH	İçilebilir değerler dışında ise		7,5-8,5
TDS değeri (ppm)	120'nin üzeri	70-120	50-70

5.5. Tanıtıyorum/Paylaşıyorum: Bu aşamada öğrenciler yaptıkları tasarımları tüm sınıfa sunarlar. Sunumlarına hazırlanırken aşağıdaki soruları sunum içinde cevaplandırmaları önerilir.

- Suyun temizliğinde filtre cihazınız ne kadar etkilidir? Açıklayıcı olun!
- Cihazınızın suyu temizlediğine dair kanıt sağlayın. İddialarınızı desteklemek için test verilerini kullanın.
- Bu su içmek için güvenli midir? Neden?
- Cihazınızı daha etkili hale getirmek için nasıl değiştirirdiniz?
- Daha kaliteli ürünler elde etmek ve daha etkili bir grup olmak için nasıl çalışabilirsiniz?

Sunumlar ile birlikte öğrenciler fikir alışverişinde bulunurlar. Bunun sonucunda geliştirilen su arıtma cihazlarından kriterlere en uygun tasarıma birlikte karar verilir.

5.6. Neler Öğrendim:

- Su kirliliğini oluşturan başlıca etmenler nelerdir?
- Yeraltı suları mı yeryüzü suları mı daha temizdir? Neden?
- Kaynak sularının işlenmiş sulardan farkı nedir? İçtiğimiz sular arıtılmış mıdır?
- Su arıtma evreleri nelerdir?
- Karışımları ayırma yöntemleri nelerdir?
- Kaç çeşit su arıtma yöntemi vardır?
- Tasarladığınız su arıtma cihazında kullandığınız malzemeleri ne amaçla ve hangi özelliğinden faydalanmak için seçtiniz?
- Tasarladığınız su arıtma cihazı hangi su arıtma yöntemiyle çalışıyor? Diğer su arıtma yöntemlerinden de faydalanmak için cihazınıza ne gibi eklemeler yapardınız?

EK-6: Çalışma Defteri Örneği

ÇALIŞMA DEFTERİ

- **Etkinlik No:…..**
- **Etkinlik Adı:** Su Arıtma Cihazı
- **Grup Adı:……..**

Ad ve Soyad	Meslekler	Görevler/Sorumluluklar

Bilgi Temelli Hayat Problemi (BTHP) ile Sizden Talep Edilen Nedir?

Bilgi Temelli Hayat Problemi: Dünya Sağlık Örgütünün verilerine göre her gün binlerce kişinin hayatı güvenli olmayan su kullanımı yüzünden son buluyor. Dünyadaki hızlı nüfus artışı, küresel ısınma nedeniyle ortaya çıkan iklim değişikleri, buna bağlı olarak yağış miktarlarının azalması gün geçtikçe elimizdeki tatlı su kaynaklarının azalmasını sağlıyor. 2030 yılında dünyadaki su ihtiyacının %50 oranında artacağı tahmin ediliyor.

Yaşadığınız şehirde büyük bir sel felaketi yaşandığını ve içme sularının kirlendiğini düşünerek evinizde kullandığınız musluk suyunu içilebilir hale getirmek için kendi su arıtma cihazınızı tasarlayınız.

Sınırlamalar:

- Kolay bulabileceğimiz malzemelerle üretilmelidir.
- Arıtma için kullandığınız malzemeleri mümkün olan en fazla miktarda geri kazanmalısınız (Geri kazanılan madde miktarı).
- Mümkün olan en düşük maliyet ile üretim yapmalısınız.
- Su sertliğinin azaltılmış olması gereklidir
- Su parametreleri içilebilir değerler arasında olmalıdır.
- Su berrak olmalıdır.
- Üretilen su arıtma cihazı uygun damlatma hızında olmalıdır (5 saniyede 1 damla).

Meslek, Görev ve Sorumluluklar:

- Çevre Mühendisi
- Malzeme Mühendisi
- Endüstriyel Tasarım Mühendisi
- Kimyager
- Biyolog

Grup Bütçesi = 1.000₺	
Filtrasyon Malzemesi / Yöntem Maliyetleri • İnce taneli kum: 400 ₺/kg • Büyük çakıl: 200 ₺/kg • Küçük çakıl taşları: 300 ₺/kg • Aktif karbon: 100 ₺/kg • Reçine:100 ₺/kg • Kahve filtreleri: her biri 50 ₺ Pamuk örgü / peynir bezi :300 ₺/m2	**Yeniden Kullanım veya Yeniden Satış Değeri** • Temiz ince taneli kum = 400 ₺ / kg • Temiz büyük çakıl = 200 ₺ / kg • Temiz küçük çakıl taşları = 300 ₺ / kg • Aktif karbon = 400 ₺ / kg • Reçine:100 ₺/kg

Bölüm 1: Bilgi Ediniyorum

(Bildiklerim / Araştırmak İstediklerim / Öğrendiklerim)

1. Neler Biliyorum?

BTHP'ne ilişkin bildiklerinizi ve deneyimlerinizi yazın.

2. Neler Araştırmalıyım?

Çözüm üretmek için öncelikle hangi sorulara cevap bulmalısınız?
Örn: Kaç çeşit su arıtma yöntemi vardır?

3. Neler Öğrendim?

a) Yazdığınız sorulara araştırmalarınız sonucu hangi cevapları buldunuz?

b) Araştırmalarınızda hangi kaynakları kullandığınızı not edin.

Bölüm 2: Fikir Üretiyorum

1. **BTHP için düşündüğünüz tüm farklı fikirleri yazınız ya da çiziniz.**

2. **Fikirlerinizden hangisini kullanmaya karar verdiniz? Neden?**

Bölüm 3: Ürün Geliştiriyorum

1. Tasarlayalım / Planlayalım

a) Kullanacağınız malzemeleri ve miktarlarını yazın.

b) Ürününüzü nasıl yapacaksınız? Ayrıntılı şekilde anlatın ya da bir mühendis gibi ölçüleriyle çizin.

ARTIK ÜRÜNÜNÜZÜ GELİŞTİREBİLİRSİNİZ☺.

2. ***Üretelim / Planımızı uygulayalım***

3. Test edelim ve Verilerimizi Kaydedelim

a) Verilerimizi kaydedelim.

Maliyet	
Su sertliği	
pH	
Su berraklığı	
Geri kazanılan madde miktarı ve fiyatı	
Damlama hızı	
Arıtılan su miktarı	
TDS değeri (ppm)	

b) Çözüm yolunuz başarılı mı? Bir sorunla karşılaştınız mı? Ne tür sorunlarla karşılaştınız?

4. Geliştirelim/Üretelim

Ürününüzde planladığınız değişiklikler nelerdir? (Ayrıntılı bir şekilde yazın ya da yeni taslağınızı tekrar çizin).

5. Değişiklikleri yapalım ve tekrar deneyelim.

a) Yeni verilerimizi kaydedelim.

Maliyet	
Su sertliği	
pH	
Su berraklığı	
Geri kazanılan madde miktarı ve fiyatı	
Damlama hızı	
Arıtılan su miktarı	
TDS değeri (ppm)	

Ürününüz başarıya ulaştı mı?

6. Tanıtalım / Paylaşalım

Ürününüzü nasıl tanıtacağınızı ve ilgili kişileri nasıl haberdar edeceğinizi planlayın ve sunum metni hazırlayınız. Ürününüzün bilgi temelli hayat problemine çözüm getirdiğine dair kanıtlar sağlayınız.

1. Suyun temizliğinde filtre cihazınız ne kadar etkilidir? Açıklayıcı olun!
2. Cihazınızın suyu temizlediğine dair kanıt sağlayın. İddialarınızı desteklemek için test verilerini kullanın.
3. Bu su içmek için güvenli midir? Neden?
4. Cihazınızı daha etkili hale getirmek için nasıl değiştirirdiniz?
5. Daha kaliteli ürünler elde etmek ve daha etkili bir grup olmak için nasıl çalışabilirsiniz?

Sunum Metni:

Bölüm 4: Etkinlik Sürecinde Öğrendiklerim

1. Karışımları ayırma yöntemleri nelerdir?

2. Su kirliliğini oluşturan başlıca etmenler nelerdir?

3. Yeraltı suları mı yeryüzü suları mı daha temizdir? Neden?

4. Kaynak sularının işlenmiş sulardan farkı nedir? İçtiğimiz sular arıtılmış mıdır?

5. Su arıtma evreleri nelerdir?

6. Kaç çeşit su arıtma yöntemi vardır?

7. Tasarladığınız su arıtma cihazında kullandığınız malzemeleri ne amaçla ve hangi özelliğinden faydalanmak için seçtiniz?

8. Tasarladığınız su arıtma cihazı hangi arıtma yöntemine dayanmaktadır? Diğer arıtma yöntemlerinden de faydalanmak için ek olarak neler yapardınız?

9. Gerçekleştirdiğimiz etkinlikte Fen (Science), Teknoloji (Technology), Mühendislik (Engineering) ve Matematik (Mathematics) disiplinlerine ilişkin neler yaptınız?

a. Fen:

b. Teknoloji:

c. Mühendislik:

d. Matematik:

Kaynaklar:

- Çorlu, M. S. (2017). STEM: Bütünleşik öğretmenlik çerçevesi [STEM: Integrated teaching framework] M. S. Corlu, & E. Çallı (Eds). *STEM Kuram ve Uygulamaları* içinde. İstanbul, Turkey: Pusula.
- Çorlu, M. S. & Çallı, E. (2017). *STEM Kuram ve Uygulamalarıyla Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik Eğitimi*. Öğretmeler için Temel Klavuz. Pusula Yayınları, 2. Baskı, İstanbul. ISBN: 978-605-67301-2-2.
- Mühendisliğe, Bilime ve Teknolojiye Giriş / Eğitmenler için Mühendislik Tasarım Süreci Rehberi NASA. https://drive.google.com/drive/folders/1g6hzBE8tMWlwhmLDq3PmV6fRfRYtfZA3
- https://inteach.org/portal/kaynaklar/

ÖZGEÇMİŞ

İlköğrenimime Fevzi Çakmak İlköğretim okulunda başlayıp 3 yıl burada eğitim gördükten sonra Namık Kemal İlköğretim okulunda tamamladım. 2005 yılında Namık Kemal Lisesi'nde öğrenim görmeye başladım ve buradan 2009 yılında mezun oldum. 2009 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesini kazandım ve 2011 yılında bu bölümü terk ederek aynı yıl Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Öğretmenliği bölümünü kazandım. 2015 yılında mezun olduktan sonra çeşitli kurumlarda öğretmenlik yaptım. 2017 yılında Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilgisi Eğitimi bölümünde yüksek lisans eğitimime başladım.