



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı

Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ STEM FARKINDALIKLARI, STEM
GÖRÜŞLERİ VE STEM ODAKLI ARGÜMANTASYON BECERİLERİNİN
İNCELENMESİ

FEYZA EKİCİ
ORCID: 0000-0001-8207-9792

Danışman
Doç. Dr. KEMAL İZCİ
ORCID: 0000-0002-4228-8845

Konya – 2022

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın her aşamasında disiplini ve özverisiyle düzenli çalışmayı öğreten, araştırma yapmayı sevdiren ve araştırmanın ortaya çıkması, planlanması, uygulanması ve sonuçlandırılması, ayrıca çalışmanın yürütülebilmesi için gerekli becerileri kazanmamda her adımda katkısı olan, bilimsel yaklaşımını örnek aldığım, çalışma boyunca desteğini, bilimsel görüşlerini, yardımlarını esirgemeyen değerli hocam ve danışmanım Doç. Dr. Kemal İzci'ye sonsuz teşekkürü ve minneti bir borç bilirim.

Çalışmanın gerçekleştirilmesinde değerli görüş ve önerileriyle katkıda bulunan ve bu çalışmanın verilerin toplanması aşamasında desteğini esirgemeyen ve bu tezde jüri olarak katkıda bulunan Sayın Hocam Prof. Dr. Mustafa Pehlivan'a sonsuz teşekkürü ve minneti borç bilirim. Tezimi jüri olarak değerlendiren ve sağladığı değerli dönütlerle bu teze katkıda bulunan değerli Hocam Doç. Dr. Fatih Serdar Yıldırım'a teşekkür ederim.

Çalışmam boyunca yanımda olan ve desteklerini esirgemeyen bana ışık kaynağı olan sevgili öğrencilerime sonsuz teşekkür ederim. Yüksek lisans yolculuğum esnasında desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen, beni motive eden ve tez sürecinde bana tahammülleriyle destek olan sevgili annem ve babama őükranlarımı sunarım.

FEYZA EKİCİ
HAZİRAN 2022

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU	v
BİLİMSEL ETİK BEYANNAMESİ	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vii
TABLolar LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	x
ÖZET	xi
ABSTRACT	xii
BÖLÜM 1.....	1
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Problem Durumu	1
1.2. Araştırmanın Amacı	5
1.3. Araştırmanın Önemi	6
1.4. Sayıtlar	9
1.5. Sınırlılıklar	10
1.6. Tanımlar	10
BÖLÜM 2.....	12
2. ALAN YAZIN (İLGİLİ ARAŞTIRMALAR).....	12
2.1. STEM Yaklaşımı.....	12
2.1.1. STEM'in öğretmen ve öğrenciler için avantajları	14
2.1.2. Öğretmenlerin STEM yaklaşımındaki sınırlılıkları.....	21
2.1.3. Öğrencilerin STEM yaklaşımındaki sınırlılıkları.....	24
2.1.4. STEM uygulama yaklaşımları.....	26
2.1.5. STEM okuryazarı öğretmenler	38
2.2. Argümantasyon	43
2.2.1. Argümantasyonun önemi ve faydaları	45
2.2.2. Argümantasyon uygulama modelleri	49
2.3. İlgili Araştırmalar	57
2.3.1. Öğretmen ve öğretmen adaylarının STEM farkındalıkları üzerine yapılmış çalışmalar.....	57
2.3.2. Öğretmen ve öğretmen adaylarının STEM görüşleri ve düşünceleri üzerine yapılmış çalışmalar	61
2.3.2. STEM odaklı argümantasyon yaklaşımı üzerine yapılan çalışmalar	72
BÖLÜM 3.....	81

3. YÖNTEM.....	81
3.1. Araştırmanın Modeli	81
3.2. Çalışma Grubu.....	82
3.3. Veri Toplama Araçları	84
3.3.1. STEM farkındalık ölçeği	84
3.3.2. Yarı yapılandırılmış görüşme	85
3.3.3. STEM odaklı proje formu	86
3.4. Verilerin Toplanması.....	88
3.5. Verilerin Analizi.....	89
3.5.1. STEM farkındalıkları ölçeği analizi	90
3.5.2. STEM görüşleri için görüşmelerin analizi	91
3.5.3. STEM odaklı argümantasyon becerilerinin analizi	92
BÖLÜM 4.....	98
4. BULGULAR	98
4.1. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının STEM Farkındalıklarına Yönelik Bulgular	98
4.1.1. STEM yaklaşımının öğrenciye yönelik etkisi	98
4.1.2. STEM yaklaşımının derse yönelik etkisi.....	99
4.1.3. STEM yaklaşımının öğretmene yönelik etkisi	101
4.2. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının STEM Görüşlerine Yönelik Bulgular.....	103
4.2.1. STEM tanımı	103
4.2.2. STEM'in önemi.....	106
4.2.3. STEM'in öğretmen açısından avantaj ve dezavantajları	109
4.2.4. STEM'in öğrenci açısından avantaj ve dezavantajları	115
4.2.5. STEM yaklaşımını öğretimde kullanma yönelimleri	119
4.3. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının STEM Odaklı Argümantasyon Becerilerine Yönelik Bulgular	121
4.3.1. Argümantasyon kalitesi	122
4.3.2. Argümantasyon seviyeleri.....	129
BÖLÜM 5.....	140
5. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER	140
5.1. Sonuç ve Tartışma	140
5.1.1. STEM farkındalıkları	140
5.1.2. STEM görüşleri	142
5.1.3. STEM odaklı argümantasyon seviye ve kaliteleri.....	148
5.2. Öneriler.....	151
KAYNAKÇA	153
EKLER.....	175

TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının STEM Farkındalıkları, STEM Görüşleri ve STEM Odaklı Argümantasyon Becerilerinin İncelenmesi başlıklı tez çalışmamın toplam **152** sayfalık kısmına ilişkin, 10/06/2022 tarihinde tez danışmanım tarafından **Turnitin** adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı **%16** olarak belirlenmiştir.

Uygulanan filtrelemeler:

1. Tez çalışması orijinallik raporu sayfası hariç
2. Bilimsel etik beyannamesi sayfası hariç
3. Önsöz hariç
4. İçindekiler hariç
5. Simgeler ve kısaltmalar hariç
6. Kaynaklar hariç
7. Alıntılar dahil
8. 7 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Necmettin Erbakan Üniversitesi Tez Çalışması Orijinallik Raporu Uygulama Esaslarını inceledim ve tez çalışmamın, bu uygulama esaslarında belirtilen azami benzerlik oranının (%30) altında olduğunu ve intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

10/06/2022

FEYZA EKİCİ

Doç. Dr. KEMAL İZCİ

BİLİMSEL ETİK BEYANNAMESİ

Bu tezin tamamının kendi çalışmam olduğunu, planlanmasından yazımına kadar tüm aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini, tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez hazırlama kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel kurallara uygun olarak atıf yapıldığını ve bu kaynakların kaynaklar listesine eklendiğini beyan ederim.

10/06/2022

FEYZA EKİCİ

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

\bar{x} : Aritmetik Ortalama

s.s: Standart Sapma



Kısaltmalar

AAAS:	American Association for the Advancement of Science- Amerikan Bilimsel Gelişim Kurumu
ABD:	Amerika Birleşik Devletleri
BTHP:	Bilgi Temelli Hayat Problemleri
Covid-19:	Korona Virüs Hastalığı 2019
ITEA:	International Technology Education Association- Uluslararası Teknoloji Eğitimi Derneği
K-12:	12 Senelik İlk ve Ortaöğretim Eğitimini İfade Eden Terim
MEB:	Milli Eğitim Bakanlığı
NAE:	National Academy of Engineering- Ulusal Mühendislik Akademisi
NRC:	National Research Council- Ulusal Araştırma Konseyi
ÖA1:	Bir Numaralı Öğretmen Adayı
ÖAG1:	Öğretmen Adayı Grup Bir
P21:	The Partnership for 21st Century Learning- 21. Yüzyıl Öğrenimi için Ortaklık
STEM SOS:	Students on the Stage- Öğrenciler sahnede
STEM:	Science, Technology, Engineering ve Mathematics- Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik
TAP:	Toulmin Argumentation Pattern- Toulmin Argümantasyon Modeli
TPAB:	Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi
YY:	Yüzyıl

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 3.1. Fen bilgisi öğretmen adaylarının cinsiyet dağılımı	82
Tablo 3.2. Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM deneyimleri	83
Tablo 3.3. Araştırmanın veri toplama basamakları.....	88
Tablo 3.4. Anketin aritmetik ortalamasını yorumlamada kullanılan derecelendirme .	90
Tablo 3.5. Argüman yapısı puanlama anahtarı.	94
Tablo 3.6. Argümantasyon seviyeleri analitik rubriği.	96
Tablo 4.1. STEM yaklaşımının öğrenciye yönelik etkisiyle ilgili sonuçlar.	99
Tablo 4.2. STEM yaklaşımının derse yönelik etkisiyle ilgili sonuçlar.....	100
Tablo 4.3. STEM yaklaşımının öğretmene yönelik etkisiyle ilgili sonuçlar.	101
Tablo 4.4. Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM tanımına yönelik görüşleri.	104
Tablo 4.5. Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM'in önemine yönelik görüşleri...	107
Tablo 4.6. STEM'in öğretmen açısından avantaj ve dezavantajları.	109
Tablo 4.7. STEM'in öğrenci açısından avantaj ve dezavantajları	115
Tablo 4.8. STEM yaklaşımını öğretimde kullanma yönelimleri.	119
Tablo 4.9. Fen bilgisi öğretmen adaylarının argümantasyon kaliteleri.	122

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Toulmin argümantasyon modeli (Toulmin, 1958).....	50
Şekil 2.2. Fen eğitiminde STEM entegreli argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımı modeli (Gülen, 2016, s.59).	56
Şekil 3.1. Çalışmanın amacına göre düzenlenmiş Toulmin'in argümantasyon öğeleri (Şahin, 2014).	94
Şekil 4.1. Argümantasyon seviyeleri sıklık grafiği.....	129
Şekil 4.2. Seviye 2 argümantasyonların genel şeması.	131
Şekil 4.3. Seviye 3 argümantasyonların genel şeması.	133
Şekil 4.4. Seviye 4 argümantasyonların genel şeması	135



ÖZET

Necmettin Erbakan Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı
Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi

FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ STEM FARKINDALIKLARI, STEM GÖRÜŞLERİ VE STEM ODAKLI ARGÜMANTASYON BECERİLERİNİN İNCELENMESİ

FEYZA EKİCİ

Yeni bir öğretimsel yaklaşım olan STEM; fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin bir ders içerisinde bir arada öğretilmesini kapsayan, bireylere bilim insanlarının, teknologların, mühendislerin sahip oldukları becerilerin kazandırılmasını hedefleyen bir yaklaşımdır. Bu çalışmada geleceğin yetiştiricileri olan fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM farkındalıkları, STEM görüşleri ve gerçekleştirdikleri STEM odaklı projeler kapsamında STEM odaklı argümantasyon becerilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu araştırmanın çalışma grubunu ülkemizin İç Anadolu Bölgesinde bulunan bir üniversitenin Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalı 3.sınıfında öğrenim görmekte olan 81 fen bilgisi öğretmen adayı oluşturmaktadır. Çalışma nitel ve nicel yaklaşımların bir arada kullanılması durumunu içeren karma araştırma yöntemine göre şekillendirilmiştir. Çalışmanın nicel boyutunda 65 fen bilgisi öğretmen adayının STEM farkındalıklarının belirlenmesi amacıyla tarama yöntemi kullanılırken, nitel boyutunda STEM görüşlerinin belirlenmesi amacıyla durum çalışması yöntemi kullanılmıştır. Katılımcıların STEM görüşlerinin belirlenmesi için 11 gönüllü fen bilgisi öğretmen adayının katılımıyla yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın nicel verileri betimsel analiz yöntemiyle nitel verileri ise içerik analizi yöntemiyle analiz edilmiştir. Çalışmanın son basamağında ise bir çevre problemine çözüm üretilmesi projesinde öğretmen adaylarının STEM odaklı argümantasyon becerileri belirlenmesi için nitel araştırmalarda kullanılan veri toplama araçlarından olan yazılı dökümanlar (STEM odaklı proje formu) kullanılmıştır ve toplanan veriler betimsel içerik analizi yöntemiyle analiz edilmiştir. Katılımcıların STEM odaklı argümantasyon becerilerinin belirlenmesinde Erduran, Simon ve Osborne (2004) tarafından geliştirilen Argümantasyon Seviyeleri Analitik Rubriği ve Şahin (2014) tarafından geliştirilen Argüman Puanlama Anahtarı kullanılmıştır. Bu çalışmanın sonucunda fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarının genel olarak yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Öğretmen adaylarının STEM görüşleri ise STEM tanımı, STEM'in önemi, STEM'in öğrenci açısından avantajları ve dezavantajları, STEM'in öğretmen açısından avantaj ve dezavantajları ve STEM kullanma yönelimleri olmak üzere 5 tema altında yorumlanmıştır. Çalışma bulguları sonucunda fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM tanımını doğru bir şekilde yapabildiklerine, STEM'in önemini, öğretmene ve öğrenciye yönelik katkılarının farkında olduklarına ve derslerinde bu yaklaşımı kullanma yöneliminde olduklarına ulaşılmıştır. Çalışma sonucunda fen bilgisi öğretmen adaylarının bir çevre problemine çözüm üretme sürecinde STEM odaklı argümantasyon becerilerinin Seviye-3 düzeyde yoğunlaştığı için argümantasyon seviyelerinin yüksek olduğu belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının argüman kalitelerinin genel ortalaması ise \bar{x} : 5.42 olarak belirlenirken bu durum katılımcıların orta kalitede argümantasyon oluşturduklarını göstermektedir. Alanyazında STEM yaklaşımı ve argümantasyonun entegrasyonuna yönelik az sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmada argümantasyon kalitelerinin nispeten yüksek çıkmasının nedeni STEM odaklı olarak sunulan ortamın katılımcıların daha kaliteli argümanlar üretmelerine fırsat vermesi sebebiyle olduğu söylenebilir. Bu yüzden STEM yaklaşımının argümantasyona uygun bir zemin sunması gereğiyle öğretmen, öğretmen adayları ve öğrencilerle argümantasyonun STEM yaklaşımına entegrasyonunu içeren çalışmaların sayısı artırılmalıdır.

Anahtar Kelimeler: STEM, Fen bilgisi öğretmen adayları, STEM farkındalıkları, STEM görüşleri, STEM odaklı argümantasyon becerileri.

ABSTRACT

Necmettin Erbakan University, Graduate School of Educational Sciences
Department of Mathematics and Sciences Education
Science Education Program
Master Thesis

INVESTIGATION OF STEM AWARENESS, STEM VIEWS AND STEM-FOCUSED ARGUMENTATION SKILLS OF PRESERVICE SCIENCE TEACHERS

FEYZA EKİCİ

STEM, a new instructional approach, is an approach that includes teaching science, technology, engineering and mathematics disciplines together in one course and aims to provide individuals with the skills of scientists, technologists and engineers. In this study, it is aimed to determine the STEM awareness levels, STEM views and STEM-oriented argumentation skills of preservice science teachers during STEM-oriented projects they carry out. The study group of this research consists of 81 junior science teacher candidates studying at a university located in the Central Anatolia Region of Türkiye. The study was shaped according to the mixed research method, which includes the use of qualitative and quantitative approaches together. In the quantitative dimension of the study, the survey method was used to determine the STEM awareness of 65 pre-service science teachers, while the case study method was used to determine the STEM views in the qualitative dimension. Semi-structured interviews were conducted with the 11 volunteer preservice science teachers to determine the STEM views of the participants. Quantitative data of the research were analyzed by descriptive analysis method and qualitative data were analyzed by content analysis method. In the last step of the study, written documents (STEM-focused project form), which is one of the data collection tools used in qualitative research, were used to determine the STEM-oriented argumentation skills of science teacher candidates, and the collected data were analyzed by descriptive content analysis method. The Argumentation Levels Analytical Rubric developed by Erduran, Simon, and Osborne (2004) and the Argument Scoring Key developed by Şahin (2014) were used to determine the STEM-oriented argumentation skills of the participants. As a result of this study, it was concluded that science teacher candidates' STEM awareness was generally high. The STEM views of the pre-service teachers were interpreted under 5 themes: the definition of STEM, the importance of STEM, the advantages and disadvantages of STEM for students, advantages and disadvantages of STEM for teachers, and teachers tendency to use STEM. As a result of the study, it was concluded that the pre-service science teachers were able to define STEM correctly, were aware of the importance of STEM, its contributions to the teacher and the student, and were inclined to use this approach in their lessons. The findings also showed that the STEM-oriented argumentation skills of pre-service science teachers in the process of producing a solution to an environmental problem were high at Level-3 level. It was found that the general average of the argument quality of the pre-service teachers was determined as \bar{x} : 5.42, this shows that the participants created an argumentation of medium quality. There are lack studies in the literature on the integration of STEM approach and argumentation. It can be said that the reason for the relatively high quality of argumentation in this study is because the STEM-oriented environment allows the participants to produce better quality arguments. Therefore, the number of studies involving the integration of argumentation into the STEM approach should be increased with teachers, preservice teachers and students, on the grounds that the STEM approach provides a suitable ground for argumentation.

Keywords: STEM, Preservice science teachers, STEM awareness, STEM views, STEM-focused argumentation skills.

BÖLÜM 1

1. GİRİŞ

Bu bölümde araştırmanın problem durumu, problemin tanımı ve alt problemler, araştırmanın amacı, araştırmanın önemi, araştırmanın sayıtları ve araştırmanın sınırlılıklarına yer verilmiştir.

1.1. Problem Durumu

Fen bilimleri dersinde öğrencilerin günlük yaşam problemlerini çözebilmesi önem arz etmektedir. Öğrenciler öğrendikleri bilgileri günlük yaşamda uygulayabilmelilerdir. Öğrenilenlerin aktif bir şekilde kullanılması günlük hayatı daha iyi şekillendirdiği gibi toplumsal niteliklerin artışı da sağlar. Gerçekleşen birçok öğrenme aktivitesi toplumun dinamiklerini güçlendirir. Böylelikle çağdaş ve refah düzeyi yüksek topluluklar oluşturulur (Lesser, 2000). Bu hedef doğrultusunda ilk ve orta dereceli eğitim kurumlarında çeşitli planlamalar yapılarak öğrenmelerin istenilen düzeyde gerçekleştirilmesi için eğitim programları yapılmaktadır (Özdemir, 2007).

20. yüzyılın başlarında eğitimin hedefleri arasında okuma, yazma, hesaplama yapma gibi temel okuryazarlık becerilerinin öğrencilere kazandırılması varken daha sonra bu hedefler kendini açık ve ikna edici bir şekilde ifade etme, eleştirel düşünme ve okuma, fen ve matematikte karmaşık problemleri çözme gibi üst düzey becerilere doğru evrilmiştir (Sezer, 2018). Bilim ve teknolojideki değişimler bireylerden beklenen becerilerde de değişiklikler meydana getirmiştir (Akgündüz ve Akpınar, 2018; Aslan-Tutak, Akaygün ve Tezsezen, 2017). Bu becerilerden en önemlileri The Partnership for 21st Century Learning (P21, 2017) tarafından eleştirel düşünme, yaratıcılık, iletişim kurma ve işbirliği olarak belirlenmiştir. Yine Dünya Ekonomik Forumu da (2016), Geleceğin İşleri Raporu'nda 2020 yılında bireylerin sahip olması gereken en önemli beceriler arasında eleştirel düşünme, bilişsel esneklik, yaratıcılık, karmaşık problemleri çözme, başkalarıyla uyum içerisinde hareket etme gibi becerileri vurgulamıştır. Bireylere bu becerilerin kazandırılması için 21. yüzyılda ortaya çıkan paradigmalara yönelik eğitim almaları zorunlu hale gelmiştir (Akgündüz ve Akpınar, 2018). Bu becerilerin kazandırılmasında ise fen bilimleri disiplininin önemli bir yeri vardır.

Fen bilimleri disiplininde öncelikli istenen; bireyin, çevre ve toplum arasındaki karşılıklı etkileşimi fark etmesi ve toplum, ekonomi, doğal kaynaklara ilişkin sürdürülebilir kalkınma bilincinin geliştirilmesidir. Fen bilimleri dersi öğrencilerin çevresindeki olayları ve

doğayı fark ettiği, fen ile ilgili temel kavramları ve ilkeleri öğrendiği ve bunun yanında belki de daha önemlisi bilimsel gelişmeler, bilimsel süreç becerileri, bilimsel tutumlar, bilimsel düşünme ve problem çözme becerilerini kazandığı derslerin başında gelmektedir (Kaptan, 1998).

Gelişen ve değişen dünyada bilim ve teknolojiye ilerlemek için bilim ve teknoloji üreten ve günlük hayatta karşılaştığı problemlere çözüm bulmaya çalışan bireylere olan ihtiyaç her geçen gün artmaktadır (Yıldırım, 2017; Gökbayrak ve Karışan, 2017a; Güneş Koç ve Kayacan, 2018). Bu ihtiyacı karşılamak ve bilim ve teknolojiye ilerlemesini sürdürebilmek amacıyla ülkeler eğitim politikalarında çeşitli önlemler almaya başlamıştır. Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) ve Avrupa'da 1990'lı yılların başlarında fen ve matematik disiplinlerine azalan ilgiye yönelik bu disiplinlere önem verilmeye başlanmıştır (Akgündüz, Aydeniz, Çakmakçı, Çavaş, Çorlu, Öner ve Özdemir, 2015). Yukarıda belirtilen bilim ve teknoloji üreten, günlük yaşam problemlerine çözüm bulabilen ve üst düzey becerilere sahip bireylerin yetiştirilmesi hedeflerinin gerçekleştirilmesi amacıyla STEM, "Science, Technology, Engineering ve Mathematics" kelimelerinin ilk harflerinin kısaltılması sonucu isimlendirilen, birden fazla disiplinin bir arada kullanılarak öğretimin gerçekleştirilmesini içeren bir eğitim yaklaşımı olarak ortaya konulmuştur. İlk kez ABD'de geliştirilen STEM "fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarını bir derste bu alanlar arasındaki bağlantılar ve gerçek yaşam problemleri sayesinde birbirine bağlamaya çalışan bir gayret" şeklinde ortaya konulmuştur (Stohlmann, Moore ve Roehrig, 2012, s.30). STEM; fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin kendi alanlarına ait özelliklerini 21. yüzyıl becerileri çerçevesinde ele alan disiplinlerarası bir yaklaşımdır. Bu yaklaşım, temelinde bir disiplin ve bu disiplin ile ilişkili diğer disiplinlerin bütünleştirilip bir bütün içerisinde aktarılmasını hedeflemektedir. Okul öncesinden, yükseköğretime kadar bütün kademeleri kapsar (Gonzalez ve Kuenzi, 2012).

STEM okuryazarı bireyler yetiştirmek toplumların ekonomik olarak diğer toplumlardan daha ileride olmalarını sağlamaktadır (Thomas, 2014). Toplumların gelişimlerini destekleyecek, ekonomilerini güçlendirecek, inovasyon becerileri gelişmiş, yaratıcılık seviyeleri yüksek, metabilişsel ve algoritmik düşünme becerileri ile donanımlı yeni bir neslin var olması ancak kaliteli bir eğitim yaklaşımı ile sağlanabilir. STEM eğitiminde birden fazla disiplinin bir arada kullanılması bireylerin tutumları, ilgileri, eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerinin gelişimine katkı sağlamaktadır (Uçar, 2019). 21. yüzyıl yetkinliklerine sahip işgücüne ve ileri düzeyde araştırma ve geliştirme hedeflerine

ulaşabilmek için, STEM alanında gerekli eğitim ve yeterliliğe sahip öğretmenlerin yetiştirilmesi önem arz etmektedir (Wang, 2012). Çünkü öğretmenler eğitsel hedeflerin başarıya ulaşmasında kritik öneme sahiptirler. STEM eğitimi uygulamalarında bütünleştirilen dört disiplinden istenilen verimin alınabilmesi için öğretmenlerin yeni yöntem ve stratejilere ihtiyacı bulunmaktadır (Epstein ve Miller, 2011). Ayrıca öğretmenler, STEM eğitimi konusunda öğrencileri yönlendirme ve olumlu öğrenme ortamları sağlama konusunda da önemli bir role sahiptirler (Honey, Pearson ve Schweingruber, 2014).

Ülkemizde de mevcut öğretim programlarında yapılan değişimler ile STEM'e önem vermeye başlanmıştır. ABD' de Ulusal Araştırma Konseyi (NRC, 2012) tarafından fen eğitimi için geliştirilen kavramsal çerçevede hem fen hem de mühendislik uygulamalarının ortak amaçlarını kapsayan tasarım amaçlı ve ürüne dayalı sekiz basamaklı bir süreç geliştirilmiştir. Ülkemizde ise 2013 yılında yapılan güncelleme sonucunda fen bilimleri öğretim programında özellikle fen bilimlerinin teknoloji-toplum-çevre ile etkileşimine önem verilmiş, ancak STEM entegrasyonuna ve mühendislik alanına doğrudan yer verilmemiştir (MEB, 2013). Ancak ilerleyen yıllarda, 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında yapılan değişiklik ile beceri öğrenme alanında bilimsel süreç becerileri ve yaşam becerileri yanına mühendislik ve tasarım becerileri adında yeni bir beceri alanı eklenmiş ve bu beceriler grubuna alana özgü beceriler adı verilmiştir (MEB, 2013; 2018). Mühendislik ve tasarım becerileri alt başlığında ise yenilikçi (inovatif) düşünme becerisine yer verilmiştir. Mühendislik ve tasarım becerileri ile öğrencilere edindikleri bilgi ve beceriler eşliğinde bir ürün tasarlatılması amaçlanmıştır (MEB, 2018). Bu durumdan 2018 öğretim programının diğer öğretim programlarına göre daha üst düzey beceriler kazandırmayı hedeflediği anlaşılmaktadır (Özcan ve Koştur, 2019).

MEB'in de hedeflediği gibi 21. yüzyıl becerilerine sahip bireyler yetiştirilebilmesi için STEM yaklaşımının uygulanması önemlidir (MEB, 2018; NAE ve NRC, 2012; NRC, 2012). STEM yaklaşımının etkili bir şekilde uygulanabilmesi için öğretmenler kritik bir öneme sahiptir. Yeni bir öğretimsel yaklaşımın başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için öğretmenlerin bu yaklaşımla ilgili yeterli bilgi ve beceriye sahip olmalarının yanında duyuşsal anlamda da bu yaklaşımı içselleştirmeleri gerekmektedir. Bu kapsamda STEM yaklaşımının başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için öğretmenlerin STEM ile ilgili farkındalığa ve olumlu görüşe sahip olmaları önemlidir. Farkındalık, tutum ve davranışların aralarındaki ilişkiyi yakından etkileyen bir faktör olarak görülür ve zamanla kişileri doğru tutum ve davranışlara yönlendirmektedir (Çevik, 2017). Bu yüzden STEM eğitiminin etkili bir şekilde uygulanması için

öğretmenlerin STEM alanına uygun pedagojik bilgi, alan bilgisi ve teknolojik pedagojik alan bilgisi gibi konulara hâkim olmalarının yanında STEM ile ilgili farkındalığa ve olumlu görüşe de sahip olmaları gerekir (NRC, 2012). Öğretmenlerin STEM hakkında olumlu görüşe sahip olmaları öz-yeterliliklerini olumlu şekilde etkilemektedir, çünkü öz-yeterlilik öğretmenlerin kendi becerileri üzerinde arzu edilen bir etki yaratma konusundaki inançlarıdır (Stohlmann ve diğ., 2012). Bundan dolayı ülkemizde de STEM'e yönelik farkındalık, inanç, algı ve görüşlerin okullar ve üniversiteler seviyesinde değerlendirilip incelenmesi STEM'in uygulanabilirliği açısından önem taşır (Çorlu, Capraro ve Capraro, 2014).

Bunun yanı sıra ülkemiz ve dünya alanyazında birçok çalışmada belirtildiği gibi argümantasyona dayalı bilim öğrenme yaklaşımı fen eğitiminde üzerinde fazla durulan yaklaşımlardan biri olarak ön plana çıkmaktadır (Driver, Newton ve Osborne, 2000). Milli Eğitim Bakanlığı (2013) fen bilimleri dersi derslerin planlanması ve uygulanmasında uygulama yöntemleri arasına giren argümantasyona ilişkin, öğrencinin aktif olduğu, yaparak yaşayarak öğrenme ve bilginin yapılandırılması öğretim kuramları esas alınan öğretmenin ise yönlendirici ve rehber olacağı öğrenme ortamlarını (problem, proje, argümantasyon, işbirliğine dayalı öğrenme vb.) temel alması esas alınmıştır. Öğrencilerin fen bilimleri dersinde istenilen hedefleri gerçekleştirebilmesi için araştırma-sorgulama yapması, farklı disiplinlerden faydalanarak argümanlar oluşturabilmesi ve bu argümanlardan yola çıkarak iddialar oluşturup karşıt olanların da çürütebilmesi hedeflenmektedir (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2013; Hasançebi, 2014). Söz konusu hedefe ulaşılabilme için de öğrencilerin fen bilimleri, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini günlük yaşamda etkin bir şekilde kullanarak kendi argümanlarını, iddialarını oluşturabilecek yetenekte olmaları beklenir (Boran, 2014). Oluşturulan argümanların kanıtlarla desteklenmesinde farklı disiplinlerin kullanılması önemlidir. STEM eğitim yaklaşımında da bir problemin birden fazla disiplin kullanılarak çözülmesi yani argümantasyonda olduğu gibi çözümün kanıtlarla desteklenmesi önemlidir (Çorlu, 2013; Demircioğlu ve Uçar, 2014; Fairweather, 2008). STEM okuryazarlığının göstergelerinden biri, STEM ile ilgili konularda kanıta dayalı sonuçlara ulaşılmasıdır ve argümantasyon, bu sürecin gelişiminde merkezi bir rol oynamaktadır (Bybee, 2013). Bu noktada STEM ve argümantasyon ortak amaçlar doğrultusundadır.

Bu çalışma STEM yaklaşımının ülkemizde de başarılı bir şekilde uygulanabilmesi amacıyla fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM farkındalıkları ve STEM ile ilgili görüşlerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Bu çalışmanın Türkiye'de STEM farkındalıkları ve görüşleri üzerine yapılan çalışmalara katkıda bulunacağı da

düşünülmektedir. Bunun yanında alanyazın incelendiğinde ülkemizde STEM eğitimi ile argümantasyonun entegrasyonuna yönelik sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır (Arık, 2019; Baydar ve Acar, 2018; Demirel, 2021; Demirel ve Özcan, 2021; Erdoğan, Çiftçi, Yıldırım ve Topçu, 2017; Gülen, 2016; Gülen ve Yaman, 2018a; Gülen ve Yaman, 2018b; Gülseven, Tüysüz ve Tozlu, 2021; Kutru, 2022; Mathis, Siverling, Glancy ve Moore, 2017; Tuğ, 2020; Uçar, 2019; Yıldırım ve Türk, 2018). Bu çalışmalarında büyük çoğunluğunda STEM etkinlikleri kapsamında öğrencilerin argümantasyon becerileri ve akademik başarılarının nasıl değiştiği üzerine odaklanıldığı görülmektedir (Baydar ve Acar, 2018; Demirel, 2021; Demirel ve Özcan, 2021; Gülen, 2016; Gülen ve Yaman, 2018a; Gülen ve Yaman, 2018b; Gülseven, Tüysüz ve Tozlu, 2021; Kutru, 2022; Tuğ, 2020; Uçar, 2019; Yıldırım ve Türk, 2018). Sadece Arık (2019), Erdoğan ve diğerleri (2017), Mathis, Siverling, Glancy ve Moore (2017) gerçekleştirmiş olduğu çalışmalar öğretmen ve öğretmen adaylarının argümantasyon becerilerinin STEM kapsamında gelişimini izlemiştir. Bu sebeple, bu çalışmanın uygulama şekli açısından da öğretmen adaylarına uygulanılarak önemli bir boşluğu doldurması ve konu ile ilgili diğer çalışmalara da katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu yüzden bu çalışmada fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarının, STEM yaklaşımıyla ilgili görüşlerinin ve gerçekleştirmiş oldukları STEM odaklı projeler kapsamında STEM odaklı argümantasyon becerilerinin belirlenmesi çalışmanın temel amacını oluşturmaktadır.

Problem Cümlesi: Çevre bilimi dersinde bir çevre problemine çözüm üretme sürecinde fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM farkındalıkları, STEM görüşleri ve sergiledikleri STEM odaklı argümantasyon becerileri nedir?

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarının, STEM ile ilgili görüşlerinin ve STEM odaklı argümantasyon becerilerinin aldıkları çevre bilimi dersi kapsamında belirlenmesidir.

Problem Cümlesi: Çevre bilimi dersinde bir çevre problemine çözüm üretme sürecinde fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM farkındalıkları, STEM görüşleri ve sergiledikleri STEM odaklı argümantasyon becerileri nedir?

Bu genel problem cümlesine bağlı olarak, bu çalışmada aşağıdaki alt problem cümlelerine cevap bulunmaya çalışılmıştır.

Alt problem 1: Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM farkındalıkları hangi düzeydedir?

Alt problem 2: Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM yaklaşımıyla ilgili görüşleri nelerdir?

Alt problem 3: Çevre bilimi dersi kapsamında gerçekleştirdikleri bir çevre problemine çözüm üretme projesi sürecinde fen bilgisi öğretmen adaylarının sergiledikleri STEM odaklı argümantasyon becerileri (argüman kaliteleri ve seviyeleri) hangi düzeydedir?

1.3. Araştırmanın Önemi

Milli Eğitim Bakanlığı (2018) fen bilimleri dersi öğretim programında öğrencilerden günlük yaşam problemlerini çözerken fen bilimleri disiplinini teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarıyla bütünleştirmeleri ile problemleri disiplinlerarası bir bakış açısıyla ele almaları beklenir. Araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımının temel alındığı MEB (2018) fen bilimleri müfredatında öğrenme sürecinde keşfetme, sorgulama, argüman oluşturma ve ürün tasarlanmasına önem verilmiştir. MEB (2018) fen bilimleri dersi öğretim programında “Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları” kapsamında öğrencilerden ünitelerde ele alınan konularla ilgili günlük hayattan bir problemi tanımlamaları ve problemin çözümünde alternatif çözüm yollarını karşılaştırarak kriterler kapsamında uygun olanı seçmeleri, seçilen çözüme yönelik planlamalar yaparak sonraki aşamada ürünü ortaya koymaları ve sunmaları beklenmektedir. Tüm bu üst düzey becerileri kazandırmayı hedefleyen STEM yaklaşımı ülkemizde benimsenerek öğrencilere üst düzey becerilerin kazandırılması hedeflenmiştir.

Fen bilimleri dersi öğretim programının “Bütün bireyleri fen okuryazarı olarak yetiştirmek” vizyonu kapsamında bireylerin sahip olması gereken özellikler arasında “Bilim insanlarıncı bilimsel bilginin nasıl oluşturulduğunu, oluşturulan bu bilginin geçtiği süreçleri ve yeni araştırmalarda nasıl kullanıldığını anlamaya yardımcı olmak” şeklinde bilim insanlarıncı bilimsel bilginin oluşumuna, bilginin geçtiği süreçleri anlamlandırma ve kullanmanın önemine vurgu yapılmıştır (MEB, 2018, s.9). Fen okuryazarı bireyler yetiştirilmesi vizyonunun gerçekleştirilmesine yönelik önerilen yöntemler dizisinde yer alan argümantasyona ilişkin MEB’in 2013 öğretim programında “Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programına göre derslerin planlanması ve uygulanmasında öğrencinin aktif, öğretmenin ise rehber ve yönlendirici olacağı öğrenme ortamları (problem, proje, argümantasyon, işbirliğine dayalı öğrenme vb.) temel alınmıştır.” şeklinde bahsedilmiştir. Buda bizlere MEB’in

argümantasyonu, doğrudan uygulama yöntemleri arasında saymaya başladığını göstermektedir (MEB, 2013, s.3). MEB (2018)'de böyle bir bilimsel öğrenme ortamını oluşturmak üzere öğretmenlerden beklentiler şu şekilde özetlenmektedir: “Öğrencilerinin fikirlerini rahatça ifade edebildikleri, düşüncelerini farklı gerekçelerle destekleyebildikleri ve arkadaşlarının iddialarını çürütmek amacıyla karşıt argümanlar geliştirdikleri diyaloglar içerisinde yer almalarını sağlar. Karşıt argümanları içeren yazılı veya sözlü tartışmalarda öğretmenler, öğrencilerin geçerli verilere dayalı oluşturdukları iddiaları, haklı gerekçelerle sundukları tartışmalarda yönlendirici ve rehber rol üstlenir.” (MEB, 2018, S.3) Görüldüğü üzere Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda argüman oluşturmak, gerekçelendirmek, karşıt argümanlar oluşturmak ve delile dayalı çıkarımlarda bulunmak gibi becerilerin öğrencilere kazandırılmasına önem verilmekte ve öğretmenlerinde böyle bir öğrenme ortamı sunmalarını önemsemektedir (Özdem-Yılmaz, 2017).

Howard Gardner, çocuklarımızın bundan sonra “makinelere yapamadığı” işleri yapabilecek bilgi ve beceriler ile donatılması gerekliliğini belirtmektedir. Çünkü geleceğin meslekleri bu beceriler ile ilgilidir. Son 200 yılda şekillenen sanayi dönemi eğitim paradigmasıyla yetişen insanların son 10 yılda bireysel sanayi anlayışına geçilmesiyle çalışacak ve yapacak çok fazla iş bulamayacakları konusunda uyarılarda bulunulmuştur (Aktaran: Akgündüz ve diğ., 2015). Değişim sürecinde, yüzyıllardır toplumların sadece çok küçük bir bölümünde olması yeterli olan “yaratıcılık”, “eleştirel düşünme”, “problem çözme”, “işbirliği yapabilme” gibi beceriler 21. yüzyılda hayatta kalabilmek için bir tür “evrensel okuryazarlık” olacaktır (Akgündüz ve diğ., 2015). Çağdaş yaşamın getirdiği karmaşadan başarılı bir şekilde kurtulması, onunla baş etmesi ve yaşamını sürdürebilmesi için bugün herkesin okuryazar olması neredeyse zorunludur (Sezer, 2018). STEM yaklaşımında bu becerilerinin bireylere kazandırılmasını hedeflenir. MEB'in de hedeflediği gibi 21. yüzyıl becerilerine sahip bireylerin yetiştirilebilmesi için STEM yaklaşımının programlarda uygulanması önemlidir (MEB, 2018; NRC, 2012). STEM yaklaşımının etkili bir şekilde uygulanabilmesi için öğretmenler kritik öneme sahiptirler. Çünkü öğretmenler eğitim planlamalarının hayata geçiricisi olan kişilerdir. Ülkemizde eğitim müfredatında yapılan STEM reformlarının uygulanması ve başarılı bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için öğretmenlerin niteliği ve yeterliliği önemlidir.

Brown, Brown, Reardon ve Merrill (2011) STEM eğitimi vizyonunun sonuç vermesi amaçlanıyorsa öncelikle öğretmenlerin, STEM yaklaşımına ilişkin genel kavrama ve farkındalık düzeylerinin artırılmasıyla başlanması gerekliliğini vurgulamışlardır. Ülkemizde

STEM yaklaşımının uygulanabilirliği için bu yaklaşımın hayata geçiricisi olan öğretmenlerin STEM yaklaşımı konusunda farkındalığa ve olumlu görüşlere sahip olmaları önemlidir. Çünkü STEM eğitimi ile ilgili farkındalığa ve olumlu görüşe sahip olmayan öğretmenler bu yaklaşımı uygulamak istemezler. Öztürk (2017)'e göre öğretmenlerin STEM yaklaşımına yönelik farkındalıkları, yetiştirecekleri öğrencilerin STEM alanlarına olan ilgilerini de şekillendirecektir.

Geleceğin fen kariyer yetiştiricisi olan öğretmen ve öğretmen adaylarının STEM yaklaşımını benimsemeleri öğrencilerin kendilerini geliştirmelerini ve ilerideki kariyer hayatlarını olumlu yönde etkilerken, benimsememeleri olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle gelecek nesillerin hayata hazırlıklı bir şekilde yetiştirilmesi için eğitim fakültelerinin öğretmen adaylarını STEM okuryazarı, STEM farkındalığı yüksek ve STEM yaklaşımı hakkında olumlu görüşe sahip öğretmenler olarak yetiştirmeleri oldukça önemlidir (Murat, 2018). Bu yüzden STEM'e yönelik algı, inanç ve görüşlerin üniversiteler seviyesinde değerlendirilmesi ve incelenmesi gerekmektedir (Çorlu ve diğ., 2014). Bu çalışmada fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarının, STEM yaklaşımıyla ilgili görüşlerinin ve gerçekleştirdikleri STEM odaklı projeler kapsamında STEM odaklı argümantasyon becerilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmanın geleceğin STEM kariyer alanı yetiştiricileri olan fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM yaklaşımına yönelik farkındalık ve görüşlerinin tespit edilmesi sağlanılarak STEM konusunda çalışan araştırmacıları, eğitimcileri ve öğretmenlere öğretmen adaylarının STEM farkındalıkları ve STEM yaklaşımıyla ilgili görüşleri hakkında bilgi sağlayacağı düşünülmektedir.

STEM yaklaşımının derslerde amacına uygun bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için öğretmenlerin de bu yaklaşımla ilgili bilgi, beceri, deneyim ve tecrübe kazanmaları gerekmektedir. Bu anlamda bazı üniversitelerde STEM yaklaşımının uygulayıcısı olan öğretmen ve öğretmen adaylarının STEM yaklaşımını deneyimlemelerine olanak sağlayan pek çok program ve uygulama geliştirilmiş ve geliştirilmeye devam edilmektedir (Akaygün ve Aslan-Tutak, 2016). Öğretmen adaylarının ileriki derslerinde STEM yaklaşımını uygulayabilmeleri için kendilerinin de STEM deneyimi ve tecrübesi kazanmaları önemlidir. Bu anlamda araştırmalar bize uzmanlar ve yeni başlayanlar arasındaki en önemli farkın uzmanların bir probleme yaklaşırken yeni başlayanlara göre problem üzerinde deneyimler kazandıklarından bilgi kümelerini fark etme yeterliliklerinin daha iyi olduğunu göstermektedir (İzci, 2018). STEM eğitiminde STEM okuryazarı öğretmenlerin sahip olması gereken yeterlilikler arasında STEM alan bilgisi, entegrasyon bilgisi, pedagojik bilgi, 21. yüzyıl

becerileri bilgisi ve bağlam (öğretme ortamı) bilgisi gibi yeterlilikler bulunduğundan tüm bu yeterlilikler kazandırılmasında eğitim fakültesi programları kapsamında öğretmen adaylarının STEM yaklaşımını kendilerinin de deneyimleyip uygulamaları önemlidir. Bu çalışmada fen bilgisi öğretmen adayları çevre bilimi dersinde STEM odaklı projeye katılarak STEM yaklaşımını ve argümantasyon becerilerini uygulamalı olarak deneyimlemeleri de sağlanmıştır. Bu şekilde öğretmen adaylarının olumlu deneyimler kazanmaları STEM yaklaşımını kendi öğretimlerinde kullanmalarını kolaylaştıracağı için önemlidir.

Son zamanlarda STEM eğitimiyle birlikte kullanılmaya başlanan ve üzerinde durulan uygulamalardan biri de argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımıdır. STEM eğitimiyle birlikte öğrencilere kazandırılması amaçlanan fen, teknoloji, mühendislik ve matematik bilgilerinin öğrencilere “nasıl” kazandırılacağına bağlı olarak STEM yaklaşımı pek çok yöntem, strateji ve teknikle birlikte kullanılmıştır (Capraro, Capraro ve Morgan, 2013; Han, Capraro ve Capraro, 2014). Argümantasyon, bilim insanlarının bir problemi çözme süreçlerinde kullanmış oldukları bir yaklaşım olup bilimsel teorileri geliştirirken birden fazla teorinin çürütülüp kabul edilme süreçlerini kapsayan bir süreç olmasının yanında fen öğretim programında argüman oluşturma, gerekçelendirmek, karşıt argümanlar oluşturma ve delile dayalı çıkarımlarda bulunma becerileriyle yer alan bilimsel bir tartışma pratiğidir. STEM yaklaşımı argümantasyon becerilerinin kullanılması ve geliştirilebilmesi için uygun bir zemin de sunmaktadır. Öğretmenlerin öğrencilere bu becerilerini kazandırabilmeleri için hem STEM yaklaşımını uygulayabilmeleri hem de argümantasyon becerilerine sahip olmaları gerekmektedir. Bu yüzden bu çalışmada fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM farkındalıkları, STEM yaklaşımıyla ilgili görüşleri ile birlikte gerçekleştirdikleri STEM odaklı projeler kapsamında STEM odaklı argümantasyon becerileri de incelenmiştir. Bu çalışmanın özgünlüğü STEM yaklaşımı ile argümantasyonun bir arada kullanılarak fen bilgisi öğretmen adaylarının gerçekleştirdikleri bir çevre problemine çözüm üretme süreçlerindeki STEM odaklı argümantasyon becerilerini incelemesidir.

1.4. Sayıtlar

- Araştırmada kullanılan veri toplama araçlarının katılımcılar tarafından objektif bir şekilde cevaplandırıldığı varsayılmıştır.
- Araştırmacının tarafsız bir şekilde süreçte yer aldığı varsayılmıştır.
- Araştırmacının verileri objektif bir şekilde incelediği ve yorumladığı varsayılmıştır.

1.5. Sınırlılıklar

- Araştırma Fen Bilgisi Öğretmenliği Programı “çevre bilimi” dersinde bir çevre probleminin çözüm sürecine odaklanan bir projeye sınırlı kalmıştır.
- Araştırma bir devlet üniversitesinin fen bilgisi öğretmenliği programında öğrenim gören 3. sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarıyla sınırlıdır.
- Araştırma STEM odaklı proje formu ile sınırlıdır.

1.6. Tanımlar

STEM yaklaşımı: STEM fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin isimlerinin kısaltılmış hali olan bir kavram olup; fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin birbiri ile entegre bir biçimde bir ders içerisinde öğretilmesi sürecini kapsayan bir öğretim yaklaşımıdır (Morrison, Bartlett ve Raymond, 2009). Bu çalışma kapsamında STEM yaklaşımı, STEM disiplinlerinin entegre bir şekilde kullanılarak çevre problemlerine çözüm üretilmesi olarak tanımlanmaktadır.

STEM farkındalığı: Bu çalışma kapsamında öğretmen adaylarının STEM yaklaşımın öğretmene, öğrenciye ve derse yönelik etkilerinin farkında olmaları olarak tanımlanmaktadır.

STEM görüşleri: Bu çalışmada STEM görüşleri, öğretmen adaylarının STEM kavramının anlamı, önemi, avantaj ve dezavantajları, ve STEM yaklaşımının nasıl uygulanabileceği ile ilgili sahip oldukları fikirler ve düşünceler olarak tanımlanmaktadır.

Argümantasyon: Argümantasyon bilim insanlarının bir problemi çözme süreçlerinde kullanmış oldukları bir yaklaşım olup bilimsel teorileri geliştirirken birden fazla teorinin çürütülüp kabul edilme süreçlerini kapsayan bir süreç olmasının yanında fen öğretim programında argüman oluşturmak, gerekçelendirmek, karşıt argümanlar oluşturmak ve delile dayalı çıkarımlarda bulunmak becerileriyle yer alan bilimsel bir tartışma pratiğidir (Özdemir-Yılmaz, 2017). Bu çalışma kapsamında öğretmen adaylarının belirledikleri çevre problemlerine çözüm üretme sürecinde sergiledikleri argümantasyon süreçleri olarak tanımlanmaktadır.

STEM Odaklı Proje Formu: Öğretmen adaylarının belirledikleri çevre problemine çözüm üretme sürecinde STEM yaklaşımını kullanmalarını sağlayan ve bilimsel argümantasyon sürecine katılmalarını teşvik edecek şekilde problem durumu, fikir geliştirilmesi, çözüm üretilmesi, geliştirilen çözümün tasarlanması veya üretilmesi ve en son

olarak uygulanan çözümün test edilmesi ve paylaşılması süreçlerini kapsayan form olarak tanımlanmaktadır.

STEM odaklı argümantasyon becerisi: Argümantasyonun STEM yaklaşımı ile entegrasyonu sonucunda ortaya çıkan bireylerin bilimsel veya sosyobilimsel bir konuda çözüm üretirken problemin tespit edilmesi, problem ile ilgili en doğru çözümün ortaya konulması kısımlarında yazılı argümantasyona yönlendirilen bireylerin problemlere ne kadar destekli çözüm üretebildikleri, çözümlerini destekleyici ve çürütücüleri ile beraber savunabilme ve çürütebilme becerileri ve aynı zamanda bu süreçteki argümantasyon bileşenlerinin içeriğine bakılmaksızın etkili bir biçimde kullanılabilmesi yeteneği olarak tanımlanmaktadır.



BÖLÜM 2

2. ALAN YAZIN (İLGİLİ ARAŞTIRMALAR)

Bu bölümde araştırma konusuna uygun olarak STEM yaklaşımı ve argümantasyon ile ilgili genel bilgiler sunulmuştur. Bunun yanında STEM yaklaşımı ve STEM odaklı argümantasyon becerileri kapsamında gerçekleştirilmiş olan ve bu araştırma ile ilgili olduğu düşünülen çalışma bulgularına yer verilmiştir.

2.1. STEM Yaklaşımı

STEM yaklaşımı ABD de öğrencilerin fen bilimleri veya mühendislik alanları ile ilgili doktora programlarına giderek azalan ilgilerine yönelik önlem alınmak istenmesi ve sonrasında ise lise seviyesinde ileri düzey matematik ve fen bilimleri dersleri verebilecek öğretmen açığının kapatılmak istenmesi gerekçesi ile ortaya konulmuştur (Çorlu, 2018). ABD'nin artan mühendislik ihtiyacı ve işçilerde istenilen kaliteyi bulamamaları iş dünyasının eğitime karşı olan ilgileri arttırmış ve eğitimle ilgili birçok rapor yayımlamalarına sebep olmuştur (Akgündüz ve diğ., 2015). Avrupa'da yayımlanan raporlarda ise fen ve teknoloji eğitiminin alarm verdiği ve özellikle genç bireylerin fen ve matematik alanlarına olan ilgilerinin önemli düzeyde azaldığı fark edilmiştir. ABD ve Avrupa'da öğrencilerin fen ve matematik disiplinlerine azalan ilgilerine yönelik önlem alınması gerekçesiyle STEM kavramına ilk kez SME&T şeklinde ABD de Ulusal Bilim Topluluğu (NSF) tarafından hazırlanan bir çalışmada Judith Ramaley tarafından yer verilmiştir.

İlerleyen yıllarda Portland Devlet Üniversitesi Rektörü Prof. Dr. Judith Ramaley, Eğitim ve İnsan Kaynakları Müdürlüğü'nde görev yaptığı günlerde hazırlayıp sunduğu bir çalışmada ilk kez STEM kısaltmasını kullanmıştır. Dr. Ramaley, STEM'i teknolojiye meydana gelen değişimleri takip edebilmek için eğitimci ve öğrencilerin oluşturduğu imkan ve fırsatlar bağlamında eğitimsel çözümlere yapabildikleri ve günlük yaşamda karşılaşılan problemlere çözüm üretebildikleri bir yaklaşım olarak tanımlamaktadır. STEM, Fen (Science), Teknoloji (Technology), Mühendislik (Engineering) ve Matematik (Mathematics) sözcüklerinin baş harflerinin kısaltılmış halinden oluşan bir kısaltmadır. STEM yaklaşımında bu disiplinlerinin bütüncül bir anlayışla entegre edilerek kullanılması amaçlanmaktadır. Böylece öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerini kazanmaları hedeflenmektedir (Dönmez, 2020).

STEM yaklaşımı ABD'de Eğitim ve Mühendislik Fakültesi uzmanları işbirliğinde geliştirilen bir yaklaşımdır. Araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımını temel alan bu

yaklaşım Dewey'in pragmatist (yararcılık) ve ilerlemecilik (işlevsellik) felsefi akımını yansıtmaktadır (Çorlu ve diğ., 2014). STEM yaklaşımında öğrencilere bir ders içerisinde 21. YY bilgi toplumunun tecrübe ettiği karmaşık ve dinamik yapıları bir problem durumu verilir. Bu problemler Bilgi Temelli Hayat Problemleridir (BTHP). Bu problemi çözebilmek için öğrenci ve öğretmenler merkezde bulunan disipline ait özel bilgi ve becerilerini en az bir diğer STEM disiplini ile bütünleştirilerek öğrenme-öğretme sürecine dahil olurlar (Çorlu ve diğ., 2014). Merkezdeki disiplin ile bütünleştirilecek diğer disiplinin ya da disiplinlerin seçimi öğrenci ve öğretmenlerin ilgi ve hayat deneyimlerine bağlı olduğu kadar BTHP'nin doğası ve sınırlamaları ile de ilgilidir (Çorlu ve Çallı, 2017). Aynı zamanda problem durumunu çözebilmek için farklı uzmanlık alanları gerekliliği öğretmenlerin bireysel yeterliliklerinin ötesinde bireylerin ortak çalışmasını da gerektirmektedir. Öğretmenler her bir disipline ait özel bilgi ve becerileri ihmal etmeden disiplinler arası uygulamaları ders içerisinde planlayabilmelilerdir.

STEM yaklaşımında öğrencilere bir problem durumu verilir. Öğrencilerin bu problemi çözebilmek için tasarım yaptıkları ve bu tasarımı yapabilmek için ise mevcut durumu analiz ettikleri, bilgi topladıkları, birden fazla disipline ait bilgiye ulaştıkları, amaçları için en faydalı bilgiyi edindikleri, çözüm için beyin fırtınası yaptıkları, ortaya yaratıcı fikirler koydukları ve bunlar ışığında bu bilgiyi harmanlayarak bir ürün, bir prototip, bir tasarım geliştirip geliştirilen bu prototipin istenilen kriterlere uyup uymadığını test etmelerini gerektiren bir yaklaşımdır (Çorlu, 2018; NRC, 2012).

STEM yaklaşımı proje tabanlı etkinliklerde öğrencilerin bir problemi çözebilmek için disiplinlerarası bir yaklaşımla çalışmalarına benzetilebilir. Böylece öğrencilerin STEM yaklaşımının hedeflerinden olan bireyi bir mühendis, bilim insanı veya teknoloji gibi yetiştirmek ve bu alanlarda çalışan uzmanların işbirliğini deneyimlemeleri de sağlanır. STEM'in fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin dışında çevre, ekonomi, tıp gibi diğer disiplinlere de temel oluşturan geniş bir anlamı vardır (Gülhan ve Şahin, 2016). STEM bir mühendisin mühendislik tasarım uygulamalarını doğru şekilde yapabilmesi için teknoloji ve matematiği de bilmesine veya bir kimyagerin görevini yerine getirebilmesi için kimya dışında kalan disiplinleri ve bununla birlikte teknoloji ve matematiği de bilmesini gerektirir (Brainer, Harkness, Johnson ve Koehler, 2012; Capraro ve diğ., 2013).

2.1.1. STEM'in öğretmen ve öğrenciler için avantajları

Yapılan araştırmalar STEM'in hem öğretmen hem de öğrenciler için birçok avantajı olduğunu göstermiştir. Yapılan araştırma sonuçlarına bakıldığında STEM yaklaşımının öğretmen ve öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerini, 21. YY becerilerini, akademik başarılarını, bilimsel yaratıcılıklarını, öz yeterlilik ve öz düzenlemelerini, motivasyonlarını ve sorgulama becerilerini olumlu yönde etkilediği görülmüştür.

Bilimsel süreç becerileri bireylerin bilimi ve bilimin doğasını anlamak için sahip olması gereken bilgi ve becerilerdir. Bilimin genel araçları olan ve bilimsel araştırma yapmak için gerekli olan bilimsel süreç becerileri kendi içerisinde alana özgü içerik bilgisi, temel süreç becerileri, bilimsel yöntem becerileri ve deneysel tasarım becerileri olarak dörde ayrılmaktadır (Aktamış ve Ergin, 2007). Temel bilimsel süreç becerileri içerisinde yer alan ve literatürde en çok tekrarlanan bilimsel süreç becerileri gözlem yapma, sınıflama, verileri kaydetme, ölçüm yapma, uzay/zaman ilişkilerini kullanma, sayıları kullanma, sonuç çıkarma ve tahmin etme, verileri kaydetme, verileri kullanma ve model oluşturma, verileri yorumlama, sonuç çıkarma (yordama), değişkenleri belirleme, değişkenleri değiştirme ve kontrol etme, hipotez kurma ve test etme ve deney yapma becerileridir (Tan ve Temiz, 2003). Yapılan araştırmalar STEM yaklaşımının öğretmen ve öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerini arttırdığını göstermektedir. Örneğin Gökbayrak ve Karışan (2017b) öğretmen adaylarıyla gerçekleştirdikleri çalışmada STEM yaklaşımına yönelik düzenlenmiş olan Fen Öğretimi Laboratuvar Uygulamaları-I dersinin öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerini arttırdığı sonucuna ulaşmıştır. Benzer şekilde Duygu (2018) simülasyon tabanlı sorgulayıcı öğrenme ortamında gerçekleştirilen FeTeMM temelli etkinliklerin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerini olumlu yönde geliştirdiği sonucuna ulaşmıştır. Benzer şekilde Bozkurt (2014) STEM temelli mühendislik uygulamalarına odaklanarak şekillendirdiği bir dersin fen bilgisi öğretmenlerinin bilimsel süreç becerileri ve karar verme becerilerini olumlu yönde etkilediğini sonucuna ulaşmıştır. Benzer şekilde Akçay (2018) fen bilgisi öğretmen adaylarıyla gerçekleştirdiği çalışmada robotik STEM uygulamalarının öğretmen adaylarının bilimsel bilgilerini artırarak bilimsel süreç becerilerini uygulayabilme ile ilgili bilgi ve becerilerinin arttığı yönünde sonuca ulaşmıştır. Aygen (2018) STEM ana disiplinleri entegrasyonunda Lego seti kullanımının öğretmen adaylarının tasarlama, gözlem yapma, tahminde bulunma, karşılaşılan problemleri çözebilme, yeni fikirleri ortaya çıkarma ve onları uygulayabilme becerilerini de geliştirdiği sonucuna ulaşmıştır.

Yapılan bazı araştırmalar ise STEM yaklaşımının öğretmen ve öğretmen adaylarının 21. YY becerilerini geliştirdiğini de göstermektedir. Çeşitli organizasyonların raporu analiz edildiğinde araştırma-sorgulama, eleştirel düşünme, problem çözme, yaratıcılık, inovasyon, girişimcilik ve iletişim gibi beceriler 21. YY becerileri kapsamına girmektedir. Gülerüz (2020) fen bilgisi öğretmen adaylarının 3D yazıcı ve robotik kodlama uygulamalarının 21. YY öğrenen becerilerini kullanım düzeylerini anlamlı ve olumlu bir düzeyde arttırdığı sonucuna ulaşmıştır. Benzer şekilde Çetin ve Kahyaoğlu (2018) STEM temelli etkinliklerle işlenen dersin fen bilgisi öğretmen adaylarının 21. YY becerilerine yönelik tutumlarını da arttığı sonucuna ulaşmıştır. Ertuğrul-Akyol (2020) robotik ve kodlama temelli STEM etkinlikleri ile şekillenen derslerin fen bilgisi öğretmen adaylarının problem çözme, yaratıcılık, eleştirel düşünme ve bilgi işlemsel düşünme becerileri gibi 21. YY becerilerine etkisini incelediği çalışmada, STEM etkinlikleri ile işlenen derslerin, öğretmen adaylarının problem çözme, yaratıcılık, eleştirel düşünme ve bilgi işlemsel düşünme becerilerini olumlu yönde geliştirdiği sonucuna ulaşmıştır. Altın-Yalçın ve Yalçın (2018) fen bilgisi öğretmen adayları ile gerçekleştirdiği çalışmasında STEM yaklaşımı uygulamalarının öğretmen adaylarının problem çözme ve eleştirel düşünme becerilerini geliştirdiğini tespit etmiştir. Çakır, Altın-Yalçın ve Yalçın (2019) da Montessori entegreli STEM etkinlikleriyle gerçekleştirilen dersin okul öncesi öğretmen adaylarının eleştirel düşünme eğilimlerine etkisinin araştırmıştır. Çalışma sonucunda Montessori entegreli STEM etkinlikleri uygulanan öğretmen adaylarının eleştirel düşünme eğilimlerini olumlu yönde geliştirdikleri tespit edilmiştir. Kendaloğlu (2021) ise benzer şekilde STEM eğitimi alan ve bu eğitimle ilgili STEM uygulamaları oluşturma sürecine katılan öğretmen adayları ile yaptığı deneysel çalışmada STEM uygulamaları oluşturma sürecinin öğretmen adaylarının girişimcilik becerilerini arttırdığı sonucuna ulaşmıştır. Litaratür incelendiğinde STEM yaklaşımı öğretmenlerin problem çözme, yaratıcılık, eleştirel düşünme, bilgi işlemsel düşünme, problem çözme ve girişimcilik gibi 21. YY becerilerini arttırdığı görölmektedir.

Yapılan araştırmalar STEM yaklaşımının öğretmen ve öğretmen adaylarının akademik başarılarını arttırdığını göstermektedir. Örneğin Yıldırım ve Altun (2015) fen bilgisi öğretmen adaylarıyla yaptığı çalışmada STEM eğitimi ve mühendislik entegreli işlenen laboratuvar dersi uygulamalarının öğretmen adaylarının akademik başarılarını geliştirmede etkili olduğu sonucuna ulaşmıştır. Benzer şekilde Akçay (2018) fen bilgisi öğretmen adaylarıyla gerçekleştirdiği çalışmada robotik kodlama STEM uygulamalarının öğretmen adaylarının akademik başarılarını geliştirmede ve öğrenmelerinde olumlu etkiler sağladığı sonucuna

ulaşmıştır. Benzer şekilde Aygen (2018) STEM uygulamaları ile şekillendirdiği dersin fen bilgisi öğretmen adaylarının akademik başarılarını arttırdığı sonucuna ulaşmıştır. Benzer şekilde Akkuş-Çiftçi (2021) öğretmen adaylarıyla yaptığı çalışmada STEM yaklaşımına uygun olarak hazırlanan uygulamaların öğretmen adaylarının akademik başarılarını arttırdığı sonucuna ulaşmıştır. Özen (2021) Öğretmen adaylarıyla gerçekleştirdiği çalışmada STEM alanı makine öğrenmesi uygulamalarının makine öğrenmesi etkililiğini yani öğretmen adaylarının başarılarını arttırdığı sonucuna ulaşmıştır.

Yapılan araştırmalar STEM yaklaşımının öğretmen ve öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılıklarını geliştirdiğini göstermektedir. Örneğin Çelik-Keser (2021) fen bilgisi öğretmen adaylarıyla yaptığı çalışmada STEM eğitiminin öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılıkları üzerine istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmaması ile birlikte nitel bulgulara göre öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılıklarının gelişim gösterdiği sonucuna ulaşmıştır. Benzer şekilde Yanış-Kelleci (2020) fen bilgisi öğretmen adaylarıyla yaptığı çalışmasında eğitsel robotik uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılık becerileri ve bilgi işlemsel düşünme becerilerini, pedagojik alan bilgisi öz-yeterlik inançlarını geliştirdiği sonucuna ulaşmıştır. Alaylı (2021) öğretmen adaylarıyla gerçekleştirmiş olduğu çalışmada STEM yaklaşımı robotik uygulamalarının öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılığa etkisini incelemiştir. Çalışması sonucunda öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılığının ve bilimsel yaratıcılığın akıcılık ve esneklik boyutlarında anlamlı bir gelişme görülmezken orjinallik boyutunda anlamlı bir artış olduğu sonucuna ulaşmıştır. Benzer şekilde Çalik (2020) fen bilgisi öğretmen adaylarıyla gerçekleştirdiği çalışmada STEM etkinlikleri ve STEM temelli robotik etkinliklerinin öğretmen adaylarının hipotetik-yaratıcı akıl yürütme becerisini de geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Yapılan araştırmalar STEM yaklaşımının öğretmenlerin öz yeterliliklerini ve öz düzenlemelerini arttırdığını da göstermektedir. Arslan ve Yıldırım (2020) STEM uygulamaları ile işlenen ders sürecinin öğretmen adaylarının öz-yeterlilik, pedagoji ve alan bilgisi üzerine etkisini incelemiştir. Uygulama öncesi ve uygulama sonrası öğretmen adayları ile yapılan açık uçlu sorularda katılımcıların STEM uygulaması sonrası alan bilgilerinde bir artış olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Aynı zamanda STEM entegreli fen öğretiminin öğretmen adaylarının öz-yeterlik inançları üzerine de olumlu yönde etki ettiği tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra Öztürk (2019) STEM uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adayların fen öğretimine yönelik öz yeterlik inançlarına olan etkisini araştırdığı çalışmalarında öz yeterliliğin uygulama öncesi ve sonrasında anlamlı bir fark göstermediğine ancak “fen öğretiminde sonuç

beklentisi” boyutunda ise anlamlı olarak farklılaştığı sonucuna ulaşmıştır. Kaya (2018) STEM eğitimi uygulamalarıyla gerçekleştirilen dersin fen bilgisi öğretmen adaylarının öz düzenleme ve yaratıcılık becerilerine etkisi incelediği çalışmasında öz düzenleme ve yaratıcılıkla ilgili yeterliliklerinin artmasında STEM eğitiminin olumlu etkisi olduğu sonucuna ulaşmıştır. Benzer şekilde Kurtulan (2021) de uygulamalı STEM eğitimlerinin öğretmenlerin öz yeterliliklerini arttırdığı sonucuna ulaşmıştır.

Yapılan araştırmalar STEM yaklaşımının öğretmen ve öğretmen adaylarının motivasyonlarını arttırdığını göstermektedir. Akçay (2018) fen bilgisi öğretmen adaylarıyla gerçekleştirdiği çalışmada robotik STEM uygulamalarının öğretmen adaylarının aktifleştirip eğlenerek öğrenmelerini sağladığı ve böylece derse yönelik motivasyonlarının arttığı bunun yanında işbirliği yapma ve iletişim becerilerinin de geliştirdiğini gözlemlemiştir. Demir (2021) matematik öğretmenleriyle gerçekleştirdiği çalışmada STEM uygulamalarını matematik derslerinde kullanan öğretmenlerin etkinliklerle ilgili uygulamaya yönelik motivasyona sahip olduklarını gözlemlenmiştir.

Yapılan araştırmalar STEM yaklaşımının öğretmen ve öğretmen adaylarının sorgulama becerilerini geliştirdiğini göstermektedir. Aktaş (2019) öğretmen adaylarıyla gerçekleştirdiği çalışmasında STEM temelli fen laboratuvar uygulamalarının öğretmen adaylarının sorgulama becerilerini geliştirdiği sonucuna ulaşmıştır. Çetin (2021) sınıf öğretmen adaylarıyla gerçekleştirdiği çalışmada STEM etkinliklerinin öğretmen adaylarının sorgulama becerilerini olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşmıştır.

STEM yaklaşımının öğrenci açısından da birçok avantajının olduğu yapılan araştırmalarda belirtilmektedir. Alanyazına bakıldığında STEM yaklaşımının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine, bilimsel yaratıcılıklarına, akademik başarılarına, problem çözme becerilerine, yansıtıcı düşünme becerilerine, STEM meslekleri ve STEM alanlarına ilgilerine, üretkenliklerine, motivasyonlarına ve öğrenmelerin kalıcılığına olumlu katkıda bulunduğu görülmektedir.

Yapılan araştırmalar STEM yaklaşımının öğrencilerin de bilimsel süreç becerilerini geliştirdiğini göstermektedir. İzgi (2020) 5E ile temellendirilmiş STEM uygulamalarının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirtirmede etkili olduğunu sonucuna ulaşmıştır. Benzer şekilde Bahşi ve Fırat (2020) STEM etkinlik uygulamaları ile ilişkilendirilen yapılandırmacı uygulamaların, öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinde artış meydana

getirdiği sonucuna ulaşmıştır. Benzer şekilde Kapan (2019) alışmasında STEM uygulamalarının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini pozitif yönde geliştirdiği sonucuna ulaşmıştır. Aydın (2019) okul ğrencisi öğrencileri ile gerçekleştirdiği çalışmada okul öncesi ğrencilerin STEM uygulamaları ile işlenen derslerle bilimsel süreç becerileri ve bilişsel gelişimlerinin arttığı sonucuna ulaşmıştır. Benzer şekilde Kavak (2020) alışmasında STEM etkinlikleri ile işlenen derslerin anaokuluna giden çocukların temel bilimsel süreç becerilerini geliştirdiği sonucuna ulaşmıştır. Yamak, Bulut ve Dündar (2014) STEM etkinlikleriyle şekillendirilen ders sürecinin öğrencilerin fene karşı tutumlarını ve bilimsel süreç becerilerini geliştirdiğini tespit etmiştir. imentepe (2019) ise STEM’e dayalı etkinlikler vasıtasıyla konuların öğretilmesinde öğrencilerin akademik başarıları ve bilgisayarca düşünme becerilerini geliştirdiği sonucunun yanında bilimsel süreç becerilerinin de anlamlı düzeyde geliştirdiğini tespit etmiştir. Bahşi (2019) alışmasında STEM etkinliklerinin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinde artış meydana getirdiği sonucuna ulaşmıştır. Litaratür incelendiğinde pek çok alışma STEM yaklaşımı ile işlenen derslerin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini arttırdığını göstermektedir.

Yapılan araştırmalar STEM yaklaşımının öğrencilerin bilimsel yaratıcılığını geliştirdiğini göstermektedir. Eroğlu (2018) yaptığı çalışmada STEM uygulamaları ile işlenen dersin öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarını arttırdığını belirtmiştir. Benzer şekilde Kurtuluş (2019) senaryo temelli STEM etkinliklerinin öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarını arttırdığı sonucuna ulaşmıştır. Benzer şekilde ifti (2018) STEM ğrenciler ile gerçekleştirdiği çalışmada STEM yaklaşımı temelli STEM etkinliklerinin öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarını ve STEM disiplinleri arasındaki ilişkiyi anlamalarında olumlu etkilediği sonucuna ulaşmıştır. Kahraman (2021) ğrencilerle gerçekleştirdiği çalışmada STEM uygulamalarının öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarını arttırdığı sonucuna ulaşmıştır. Bunun yanı sıra Gülhan ve şahin (2018) STEM etkinliklerinin öğrencilerin yaratıcılıkları üzerine sınırlı düzeyde etkisi olduğuna ancak bilimsel yaratıcılık katmanlarından en st “yansıtıcı düşünme katmanı”nın gelişimine katkısı olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Yapılan araştırmalar STEM yaklaşımının öğrencilerin akademik başarılarını arttırdığını da göstermektedir. Eroğlu (2018) STEM uygulamaları kapsamında işlenen dersin öğrencilerin akademik başarısını arttırdığına sonucuna ulaşmıştır. Benzer şekilde Kurtuluş (2019) senaryo temelli STEM etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarılarını arttırdığı sonucuna ulaşmıştır. Ayaz, Gülen ve Gök (2020) STEM etkinlikleri uygulanması ve portfolyo kullanımının öğrencilerin akademik başarısını arttırdığı sonucuna ulaşmıştır. İzgi (2020) 5E

ile temellendirilmiş STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarını arttırmada etkili olduğunu tespit etmiştir. Kapan (2019) çalışmasında STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarını pozitif yönde geliştirdiği sonucuna ulaşmıştır. Benzer şekilde Çetin (2019) 6.sınıf fen bilgisi dersinde Vücudumuzdaki Sistemler konusunun 5E temelli STEM uygulamaları ile işlenmesinin öğrencilerin akademik başarılarını arttırmada etkili olduğu sonucuna ulaşmıştır. Buna karşın Güven, Selvi ve Benzer, (2018) fen bilimleri dersinde STEM etkinliğinin, ders kitabına göre uygulanan 7E öğrenme merkezli uygulanma modelinin öğrenci başarılarında anlamlı bir farkın olmadığını tespit etmiştir. Çimentepe (2019) ise STEM'e dayalı etkinlikler vasıtasıyla konuların öğretilmesinin öğrencilerin akademik başarılarını arttırdığı sonucuna ulaşmıştır. Literatürde bahsi geçen çoğu çalışma STEM yaklaşımının öğrencilerinin akademik başarılarını arttırdığına yöneliktir.

Yapılan araştırmalar sonucunda STEM yaklaşımı öğrencilerin problem çözme becerilerini de arttırdığı belirlenmiştir. Örneğin Kurtuluş (2019) STEM etkinliklerinin temelinde lego etkinlikleri ile işlenen derslerin öğrencilerin günlük yaşamdan problemlere çözüm üretmelerini sağlayarak problem çözme becerilerini geliştirdiği sonucuna ulaşmıştır. Benzer şekilde Bolat (2020) lise matematik öğrencileriyle gerçekleştirdiği çalışmada STEM etkinlikleri ile işlenen dersin öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirdiği sonucuna ulaşmıştır. Hişmi (2022) ilkokul 4. Sınıf öğrencilerine uygulanan STEM temelli etkinlikle işlenen fen bilimleri dersinin, öğrencilerin STEM bileşenlerine ilişkin tutumları, problem çözme ve sosyal beceriler üzerinde olumlu yönde etkili olduğu sonucuna ulaşmıştır. Kurt (2019) öğrencilerle gerçekleştirdiği çalışmada STEM uygulamaları yapılmasının öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirdiği sonucuna ulaşmıştır. Benzer şekilde Ceylan (2014) STEM uygulamalarıyla işlenen derslerin öğrencilerin problem çözme ve yaratıcılık becerilerini geliştirdiği sonucuna ulaşmıştır. Görüldüğü üzere yapılan bazı çalışmalar STEM'in öğrencilerin problem çözme becerilerinin gelişimine odaklanmış ve problem çözme becerilerini arttırdığı sonucuna ulaşmışlardır.

STEM yaklaşımı öğrencilerin yansıtıcı düşünme becerilerini de artırır. Örneğin Demir (2021) öğrenciler ile gerçekleştirdiği çalışmada doğada STEM etkinliklerinin öğrencilerin yansıtıcı düşünme becerilerini pozitif yönde etkilediği sonucuna ulaşmıştır. Atabaş (2020) ise öğrencilerle gerçekleştirdiği çalışmada STEM temelli işlenen derslerin öğrencilerin problem çözmeye yönelik yansıtıcı düşünme becerilerinde anlamlı bir farklılaşma meydana getirmediğini tespit etmiştir. Buna karşın Aydın (2019) öğrencilerle gerçekleştirdiği

çalışmada STEM eğitiminin öğrencilerin problem çözmeye yönelik yansıtıcı düşünme becerilerini geliştirdiği sonucuna ulaşmıştır.

STEM yaklaşımı öğrencilerin STEM mesleklerine ve STEM alanlarına ilgilerini arttırmaktadır. Örneğin Çiftçi (2018) çalışmasında STEM yaklaşımı temelli geliştirilen STEM etkinliklerinin öğrencilerin STEM mesleklerine yönelik görüşlerini olumlu yönde geliştirmelerinde etkili olduğu sonucuna ulaşmıştır. Benzer şekilde Alıcı (2018) probleme dayalı STEM uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin mühendislik mesleği ve teknoloji ile ilgili mesleki ilgilerini arttırdığı sonucuna ulaşmıştır. Benzer şekilde Kahraman (2021) öğrencilerle gerçekleştirdiği çalışmada STEM uygulamalarının öğrencilerin STEM mesleklerine yönelik ilgilerini arttırdığı sonucuna ulaşmıştır. Demir (2021) de öğrenciler ile gerçekleştirdiği çalışmada doğada STEM ekinliklerinin öğrencilerin STEM meslek alan ilgilerine pozitif yönde etki ettiği sonucuna ulaşmıştır. Gülhan ve Şahin (2016) ortaokul öğrencileriyle gerçekleştirdiği çalışmasında STEM'in ortaokula entegrasyonu ile işlenen derslerin öğrencilerin STEM alanlarına ilişkin algı ve tutumlarını incelemiştir. Çalışmanın sonucunda STEM uygulamalarının öğrencilerin mühendislik ve teknoloji kariyer algılarını arttırdığı ve fen, matematik ve mühendislik alanlarına yönelik tutumlarını da geliştiği sonucuna ulaşmıştır. STEM yaklaşımı öğrencilerin STEM alanlarına (fen, teknoloji, mühendislik ve matematik) yönelik ilgilerini de artırır. Bolat (2020) lise matematik öğrencileriyle gerçekleştirdiği çalışmasında STEM etkinlikleri ile işlenen dersin öğrencilerin STEM alanlarına yönelik ilgilerini geliştirdiği sonucuna ulaşmıştır.

Yapılan araştırmalar STEM yaklaşımının öğrencilerin mühendislik yaklaşımını kullanarak yeni çözümler, projeler ve tasarımlar geliştirerek üreten bireyler olarak yetiştirilmelerini sağladığını göstermektedir. Yalçın ve Akbulut (2021) ortaokul öğrencileriyle gerçekleştirdikleri çalışmalarının sonucunda STEM entegreli robotik kodlama eğitimlerinin öğrencilerin üretkenliğini arttırdığına, projeler geliştirmelerine öncülük ettiğine ve yarışmalara katılan öğrencilerin çözüm bulma konusunda azimli/kararlı olmalarını sağladığını belirlemişlerdir. Adanır (2021) öğrencilerle yaptığı çalışmada proje tabanlı STEM etkinliklerinin öğrencilerin üretici düşünme becerilerini geliştirdiği sonucuna ulaşmıştır. Karakaya (2021) STEM entegrasyon uygulamalarının fen lisesi öğrencilerinin uygulama görüşlerini incelediği çalışmada uygulamaların öğretim becerileri (bilişsel düşünme, problem çözme, gözlem yapma, yorumlama ve eleştirel düşünme) yanında işbirliği, üretkenlik ve bütünleşik öğrenmelerini geliştirdiği görüşünde oldukları sonucuna ulaşmıştır. Uyanık (2021) sosyobilimsel konu temelli çevre problemleri konusu temel alınarak tasarlanan STEM

uygulamalarının öğrencilerin STEM alanı kariyerlerine yönelik olumlu tutum geliştirmelerine ve STEM alanlarına dair bilgileri beceriye dönüştürmelerine imkan sağladığı sonucuna ulaşmıştır.

Yapılan araştırmalar STEM yaklaşımının öğrencileri derse motive ettiğini göstermektedir. Örneğin Kapan (2019) çalışmasında STEM uygulamalarının öğrencilerin fen öğrenmeye yönelik motivasyonlarını pozitif yönde geliştirdiği sonucuna ulaşmıştır. Benzer şekilde Kahraman (2021) öğrencilerle gerçekleştirdiği çalışmada STEM uygulamalarının öğrencilerin fen öğrenmeye yönelik motivasyonlarını arttırdığı sonucuna ulaşmıştır. Şanlı (2019) öğrencilerle gerçekleştirdiği çalışmada ise STEM eğitiminin öğrencilerin araştırma yapma, performans, iletişim ve katılıma yönelik motivasyonlarının arttırdığına fakat iş birlikli çalışmaya yönelik motivasyonlarını azalttığı sonucuna ulaşmıştır. Aydın (2019) öğrencilerle gerçekleştirdiği çalışmada STEM eğitiminin öğrenmede motive edici stratejilerin de gelişiminde etkili olduğu sonucuna ulaşmıştır. Keçeci, Alan ve Kırbağ-Zengin (2017) araştırma ve sorgulamaya dayalı kodlama eğitimi ve eğitsel oyun destekli kodlama öğreniminden oluşan STEM eğitimi uygulamalarının 5.Sınıf öğrencilerin STEM tutumlarına yönelik etkisini araştırdığı çalışmada STEM uygulamalarının uygulama öncesi zorlanacağını düşünen öğrencilerin uygulama sonrası etkinlikleri zevkli ve kolay buldukları ve STEM'e karşı tutumlarında da artış olduğuna sonucuna ulaşmıştır.

Yapılan araştırmalar STEM yaklaşımının öğrencilerin öğrendiklerinin kalıcılığını arttırdığını göstermektedir. Aysu (2019) öğrencilerle gerçekleştirdiği çalışmada STEM etkinlikleri ile desteklenmiş probleme dayalı uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarını ve öğrendikleri bilgilerin kalıcılığını arttırdığı sonucuna ulaşmıştır. Gökçe (2019) STEM uygulamalarının derslerde kullanılmasının öğrencilerin akademik başarılarını arttırdığı ve bu artışın kalıcılığının sağlandığı sonucuna ulaşmıştır. Karadeniz (2019) öğrencilerle gerçekleştirdiği çalışmada STEM etkinlikleri ile işlenen matematik derslerinin öğrencilerin akademik başarılarını arttırıp başarılarının kalıcılığını sağladığı sonucuna ulaşmıştır.

2.1.2. Öğretmenlerin STEM yaklaşımındaki sınırlılıkları

Yapılan araştırmalar STEM'in hem öğretmen hem de öğrencilere yönelik bazı sınırlılıkları olduğunu göstermiştir. Yapılan araştırma sonuçlarına bakıldığında STEM yaklaşımının öğretmen ve öğretmen adayları açısından STEM materyalleri ve STEM'e uygun öğrenme ortamı oluşturmada, ders planı hazırlamada, STEM disiplinleri alan bilgisi ve STEM entegrasyonunu gerçekleştirmede, mühendislik disiplini ve tasarım sürecinde, öğretim

sürecini yönetmede, ders saati yetersizliğinde ve STEM'i amaç değil araç olarak görme konularında sınırlılık yaşadıkları görülmüştür.

STEM yaklaşımı sosyoekonomik farklılıkların çok olduğu ülkelerde plansız bir şekilde kullanılmaya başlandığı zaman öğrenciler arasındaki eşitsizliği arttıracığı için tüm bölgeleri kapsayacak şekilde uygulamanın planlanması zorunludur (Altunel, 2018). STEM uygulamalarına yönelik karşılaşılan sorunları inceleyen çalışmalar incelendiği zaman STEM yaklaşımının uygulayıcısı olan öğretmenlerin malzeme-materyal-teknolojik araç gereç eksikliğinden dolayı uygun öğrenme ortamını oluşturamadıkları görülmüştür. Örneğin Değirmenci (2020) öğretmenlerle yaptığı çalışmada öğretmenlerin STEM uygulamalarında teknoloji ve mühendisliğin kullanımı açısından karşılaşılan en önemli sorunun maddi ve ekonomik yetersizlikler sebebiyle teknolojik araç gereç temin edilememesi olarak belirlemiştir. Benzer şekilde Özbilen (2018) Matematik, Fen Bilimleri ve Teknoloji Tasarım öğretmenlerinin STEM eğitim modeli konusunda sahip oldukları bilgiler hakkında yaptığı araştırmada STEM uygulamalarında öğretmenlerin karşılaştıkları dezavantajlar arasında malzeme ihtiyaçları ve temel gereksinimler altında bir sonuca ulaşmıştır. Büyükkör (2021) fen bilimleri öğretmenleriyle yaptığı çalışmada ise öğretmenlerin STEM uygulamalarıyla alakalı anlattıkları konuyla ilgili materyallere ulaşma konusunda sıkıntı çektikleri sonucuna ulaşılmıştır. Tüm bu çalışmalar STEM yaklaşımının uygulanabilirliği için uygun öğrenme ortamı oluşturmada sınırlılıklar yaşadıklarına vurgu yapmaktadır. Örneğin Konan ve Uğur (2021) okul öncesi öğretmenleriyle yaptığı çalışmada öğretmenlerin en çok karşılaştığı sorunun öğrenme ortamı yetersizliği olduğunu belirlemiştir.

STEM yaklaşımının uygulanabilmesi için eğitimcilerin STEM eğitimi konusunda yeterince eğitilmiş olmaları şarttır (Altunel, 2018). Bu konuda STEM yaklaşımının uygulanabilmesi için öğretmenlerin öncelikle STEM yaklaşımı hakkında farkındalığa sahip olmaları ve STEM yaklaşımını özümsemiş olmaları gerekmektedir. STEM yaklaşımını benimsemiş öğretmenlerin yeterince bilgi ve yeterliliğe de sahip olmaları gerekir. STEM disiplinleri hakkında bilgi ve donanıma sahip olan öğretmenler bu yaklaşımı tam bir şekilde uygulayabilirler. Yapılan araştırmalar STEM yaklaşımını uygulayan öğretmen ve öğretmen adaylarının ders planı hazırlama konusunda zorlandıklarını göstermektedir. Örneğin Başaran (2018) okul öncesi öğretmenleriyle yaptığı çalışmada STEM uygulamaları gerçekleştiren öğretmenlerin STEM ile ilgili Bilgi Temelli Hayat Problemi ve ders planı hazırlama boyutunda eksiklikleri olduğunu gözlemlemiştir. Gümüş (2021) öğretmenler ile yaptığı STEM odaklı mesleki gelişim programı kapsamında hazırladıkları STEM uygulamalarında

ders planlarını mühendislik tasarım sürecine uygun olarak geliştirdikleri fakat plan geliştirirken problem durumu oluşturmakta zorlandıkları tespit edilmiştir.

Yapılan araştırmalar STEM yaklaşımının öğretmen ve öğretmen adayları açısından yaşanan sorunlar arasında öğretmenlerin STEM disiplinleri alan bilgisi ve STEM disiplinleri entegrasyonu konularında sıkıntı yaşadıkları görülmektedir. Örneğin Yıldırım (2020) STEM Öğretmen Enstitüleri Eğitim Modeli geliştirmek amacıyla öğretmenlerle yaptığı çalışmada öğretmenlerin ders planlarının incelenmesi sonucu hazırladıkları ders planlarında özellikle STEM alanlarını entegre etme konusunda zorlandıklarını tespit etmiştir. Çınar ve Terzi (2021) Hizmet içi STEM eğitimi alan sınıf, matematik, fen bilimleri, bilişim teknolojileri ve fizik öğretmenlerinin STEM eğitimi hakkında görüş ve uygulamaları sırasında yaşanan sorunlara yönelik yaptıkları çalışmada öğretmenlerin uygulama esnasında STEM disiplinlerine ait bilgi eksikliklerinin olduğuna yönelik bulgulara ulaşmıştır. Yıldırım (2018) STEM uygulamalarına derslerinde yer veren öğretmenlerin STEM eğitime yönelik görüşlerinin belirlenmesi amacıyla yapmış olduğu çalışmada öğretmenlerin kendilerini STEM etkinliklerini uygulama konusunda yeterli hissetmedikleri ve iyi bir STEM öğretmeninde alan, pedagoji, mühendislik ve entegrasyon bilgisi olması gerekliliği yönünde görüşlere sahip oldukları saptanmıştır.

STEM yaklaşımında öğretmenler ders planı hazırlarken STEM disiplini içerisinde yer alan dört disiplin ile ilgili yeterli bilgi ve donanıma sahip olmalıdırlar. Yapılan araştırmalar öğretmenlerin özellikle mühendislik konusunda yeterli bilgiye sahip olmadıklarını göstermektedir. Örneğin Değirmenci (2020) öğretmenlerle yaptığı çalışmada STEM uygulamalarında uygulamaları planlama ve yönetme sürecinde özellikle mühendislik sürecinde sıkıntı yaşadıkları belirlenmiştir. Delen ve Uzun (2018) öğretmen adaylarının matematik ve fen bilimlerini entegre edebildikleri ancak bunu tasarımlara yansıtma ve bu sürece teknolojiyi ekleme noktasında zorlandıklarını tespit etmiştir. Benzer şekilde Tarkın-Çelikkıran ve Aydın-Günbatar (2017) kimya öğretmen adaylarıyla gerçekleştirdiği çalışmasında öğretmen adaylarının kullanacak malzemelere, ürünü nasıl tasarlayacaklarına karar verme ve gerekli bilgi ve araştırmayı edinme konusunda zorlandıkları yani özellikle tasarım aşamasında zorlandıklarını tespit etmiştir.

Yapılan araştırmalar STEM yaklaşımının öğretmen ve öğretmen adayları açısından süreç yönetimi zorluğu yaşanması olarak belirlenmiştir. Örneğin Gümüş (2021) öğretmenler ile yaptığı STEM odaklı mesleki gelişim programı kapsamında öğretmenlerin STEM etkinliklerini uygularken süreç yönetimi, öğrenme süreci ve fiziki şartlar bakımından

zorluklar yaşandığı belirlenmiştir. Çınar ve Terzi (2021) Hizmet içi STEM eğitimi alan sınıf, matematik, fen bilimleri, bilişim teknolojileri ve fizik öğretmenlerinin STEM eğitimi hakkında görüş ve uygulamaları sırasında yaşanan sorunlara yönelik yaptıkları çalışmada öğretmenlerin STEM yaklaşımını uygulamaları esnasında ise malzeme eksikliği, zamanında yetiştirememe, ve gürültüyü engelleyememe gibi sınırlılıklarının olduğuna yönelik bulgulara ulaşmışlardır.

Yapılan araştırmalar STEM yaklaşımının öğretmen ve öğretmen adayları açısından ders saati yetersizliği de sınırlık olarak belirlenmiştir. Çınar ve Terzi (2021) öğretmenlerin öğretim programını yetiştirememe kaygısına sahip oldukları ve STEM yaklaşımını uygulamaları esnasında uygulamaların zamanında yetiştiremediklerini belirttikleri görülmektedir. Eroğlu ve Bektaş (2016) fen bilgisi öğretmenlerinin STEM ve STEM temelli etkinlikler ile ilgili görüşlerini elde ettiği çalışmalarında STEM'in öğretmenlerin STEM uygulamaları için yeterli zaman bulamadıkları sonucuna ulaşmışlardır. Özcan ve Koştur (2018) öğretmenlerin STEM'le ilgili yaşadığı sorunlar kategorisinde ders saati eksikliği sorununa değinmişlerdir. Güldemir ve Çınar (2017) öğretmenlerin STEM etkinlikleri ile ilgili etkinliklerin fazla zaman alması konusunda yakındıklarını göstermiştir.

Yapılan araştırmalar STEM yaklaşımının öğretmen ve öğretmen adayları açısından STEM'i araç değil amaç olarak gördüklerini de göstermektedir. Son dönemlerde özel okullarda görülen STEM etkinlikleri kapsamı STEM yaklaşımının öngördüğü hedef kazanımlara ulaştırma amacına ters düşen yalnızca pazarlama ve dikkat çekme amaçlı yapılan etkinlikler STEM yaklaşımının öğretmenler tarafından yanlış anlaşılmasına sebebiyet vermektedir (Altunel, 2018). Bu konuya literatürdeki çalışmalarda da değinildiği görülmektedir. Eroğlu ve Bektaş (2016) öğretmenlerin STEM'i bir amaç değil reklam aracı olarak kullandıklarını göstermiştir. Benzer şekilde Özcan ve Koştur (2018) öğretmenlerin STEM'i bir araç olarak kullandıkları ve atölyeler açılmasından ziyade gösteri aracı gibi kullandıklarını belirlemiştir.

2.1.3. Öğrencilerin STEM yaklaşımındaki sınırlılıkları

STEM yaklaşımının öğrenci açısından da bazı sınırlılıklarının olduğu yapılan araştırmalarda belirtilmektedir. Alanyazına bakıldığında STEM yaklaşımının öğrencilerin malzeme temini, işbirliği, tasarım kaygısı, uygulama zamanı gibi konularda sınırlılıklarının bulunduğu görülmektedir.

Yapılan araştırmalar STEM yaklaşımında malzeme yetersizliğinin öğrenci açısından dezavantaj oluşturabileceğini göstermektedir. Örneğin Konan ve Uğur (2021) okul öncesi öğrencilerle yaptığı çalışmada ğrencilerin STEM uygulamalarında en çok karşılaştıkları sorunlar olarak sınıf ortamı yetersizliği ve çocukların küçük yaşta olması olarak belirtmişlerdir. Eroğlu ve Bektaş (2016) fen bilgisi ğretmenlerinin STEM ve STEM temelli etkinlikler ile ilgili görüşlerini elde ettiği çalışmasında ğretmenler STEM'in ğrenci açısından malzeme/yönerge eksikliğinin dezavantaj oluşturabileceğine ulaşmışlardır. Benzer Şekilde Karakaya (2021) ğrencilerle yaptığı çalışmada ğrencilerin STEM entegrasyonunda malzeme eksikliği ve öz yeterlilikler (teknoloji, tasarım vb.) gibi alanlarda dezavantajlarla karşılaştıkları belirtilmişlerdir. Benzer Şekilde Doğan, Savran-Gencer ve Bilen (2017) ğrencilerle STEM kazanımlarını bütünleştirerek deneyimlemelerini sağladığı STEM etkinliği gerçekleştirdiği çalışmasında öğrencilerin malzeme temininde güçlükler yaşadığını belirlemiştir.

STEM etkinliklerinde öğrenciler günlük hayattan bir problem durumu ile karşı karşıya getirilir ve bu problemin çözümünde gerçek hayattaki bilim insanı, mühendis ya da cerrahların, doğal olayların anlaşılmasını sağlamak için veri toplamaları, analiz etmeleri ve yorumlarını sağlamaları, robot geliştirmeleri gibi çalışırken işbirliği içerisinde çalışarak bir gruba ye olma, o grubun normlarını ve kurallarını benimseme, grubun faaliyetlerini yerine getirmesi için işbirliği içerisinde çalışmayı gerektirir (şahin, Ayar ve Adıgüzel, 2014). Yapılan araştırmalar STEM uygulamalarında öğrencilerin işbirliği konusunda sıkıntılar yaşadıklarını göstermektedir. Örneğin Baran, Canbazoğlu-Bilici ve Mesutoğlu (2015) ğrencilerle STEM spotu geliştirme etkinliğinde uygulama esnasında öğrencilerin karşılaştıkları sorunlar arasında işbirliği ile çalışma süreçlerindeki aksaklıkların yaşandığı belirlenmiştir. Benzer Şekilde Doğan ve diğerleri (2017) ğrencilerle STEM kazanımlarını bütünleştirerek deneyimlemelerini sağladığı STEM etkinliği gerçekleştirdiği çalışmasında öğrencilerin takım çalışmasında güçlükler yaşadığını belirlemiştir. Eroğlu ve Bektaş (2016) fen bilgisi ğretmenlerinin STEM ve STEM temelli etkinlikler ile ilgili görüşlerini elde ettiği çalışmasında ğretmenler STEM'in ğrenci açısından grup çalışmasının dezavantaj oluşturabileceğini belirtmişlerdir. Karakaya (2021) ğrencilerle yaptığı çalışmada ğrencilerin STEM eğitimine yönelik takım çalışması açısından olumsuz görüşlerinin olduğunu tespit etmiştir.

Yapılan araştırmalar STEM yaklaşımı uygulamalarında öğrencilerin tasarım aşamasında dezavantaj yaşadıklarını da göstermektedir. Örneğin ınar ve Terzi (2021) STEM

uygulamaları esnasında tasarım aşamasında erken vazgeçtikleri ve tekrar denemek istemediklerini belirtmişlerdir. Benzer şekilde Eroğlu ve Bektaş (2016) öğretmenlerin ifadelerine göre öğrencilerin STEM uygulamaları sürecinde en çok tasarımı gerçekleştirme de zorlandıkları belirtilmiştir.

Yapılan araştırmalar öğrencilerin STEM yaklaşımı hakkında zaman konusunda dezavantaj yaşadıklarını göstermektedir. Karakaya (2021) öğrencilerle yaptığı çalışmada öğrenciler STEM entegrasyonunun uygulama zamanı açısından olumsuz olabileceğini belirtilmiştir. Baran, Canbazoğlu-Bilici ve Mesutoğlu (2015) öğrencilerle STEM spotu geliştirme etkinliğinde uygulama esnasında öğrencilerin karşılaştıkları sorunlar arasında zaman yetersizliğine değindiklerini tespit edilmiştir.

2.1.4. STEM uygulama yaklaşımları

Alanyazın incelendiğinde STEM yaklaşımının farklı şekillerde uygulanabildiği görülmektedir. Bu kapsamda STEM yaklaşımı çoğunlukla 5E öğrenme modeli, proje tabanlı öğrenme, probleme dayalı öğrenme, mühendislik tasarım süreci, STEM SOS (Students on the Stage) modeli gibi farklı yaklaşımlar kullanılarak uygulandığı görülmektedir. Aşağıda özet şekilde her bir yaklaşımın nasıl bir STEM uygulaması öngördüğü açıklanmıştır.

STEM'de 5E öğrenme modeli

Bilim ve teknolojiye yaşanan hızlı gelişmeler bireyin ve toplumun değişen ihtiyaçları bireylerden beklenen özelliklerde değişiklikler meydana getirmiştir. Bugün bireylerden bilgiyi üreten, ürettiği bilgiyi günlük hayatta işlevsel olarak kullanabilen, problem çözebilen, eleştirel düşünen, girişimci, kararlı, iletişim becerilerine sahip, empati yapabilen, topluma ve kültüre katkı sağlayan vb. niteliklerin bulunması beklenmektedir (MEB, 2018). Belirli özellikleri taşıyan bireylerin yetiştirilmesinde öğrenme-öğretme süreçleri ve programlar salt öğretmenin bilgi aktardığı programlardan ziyade öğrenci odaklı öğrenme modellerini benimseyen araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenme stratejisi (yaklaşımı) ile hazırlanmıştır. Türkiye’de 2005 yılından itibaren araştırma-sorgulama yoluyla öğrenme yaklaşımını temel alan yapılandırmacılık öğrenme yaklaşımı benimsenmiştir. Yapılandırmacı öğrenme kuramına göre bilgi, her bireyin kendi zihninde farklı şekilde yapılandırılır. Öğrenci merkezli olan yapılandırmacı yaklaşımda yapılandırılan bilgiler öğrenenin önceki bilgilerinden ve yaşanmışlıklarından bağımsız değildir (Özmen, 2004). Yapılandırmacı yaklaşımda öğretim bağlamı (öğretim ortamı) oluşturulurken bilginin direk aktarılmasından ziyade bilgilerin öğrencilerin zihninde kendi deneyimleri ile yapılandırıp anlamlandırılması sağlayan süreçler ile sağlanmalıdır (Yılmaz, 2006). Araştırma-sorgulama öğrenme yaklaşımını ve

yapılandırmacılığı temel alan çeşitli öğrenme modelleri vardır. Bu öğrenme modellerinden birisi yapılandırmacılık temelli 5E öğrenme modelidir. 5E modelinin gelişim sürecinin başlangıcı Karplus ve Their (1967) tarafından fen öğretim programı geliştirme çalışmaları süresince ortaya çıkmış ve fen programlarında kullanılması gereken temel bir öğretim modeli olmuştur. Başlangıçta keşfetme (exploration), açıklama/kavram tanıtımı (concept introduction) ve kavram uygulama (concept application) aşamaları olmak üzere üç aşamadan oluşan model zamanla Bybee tarafından geliştirilerek 5E eğitim modeli olarak isimlendirilmiştir (Aktaran: Gül, 2019). 5E öğrenme modeli beş aşamadan oluşur. Bu aşamalar Giriş (Engage), Keşfetme (Explore), Açıklama (Explain), Genişletme-Derinleştirme (Elaborate) ve Değerlendirme (Evaluate) aşamalarından meydana gelmektedir (Bybee, 2002).

STEM yaklaşımı da araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımını temel alır ve Dewey'in pragmatist (yararcılık) ve ilerlemecilik (işlevsellik) felsefi akımını savunan bir yaklaşımdır (Çorlu ve diğ., 2014). STEM yaklaşımında günlük hayattan bir problem durumu veya bir konu ile ilgili en az iki veya daha fazla disiplin alanının bütünleştirilerek ortaya bir ürün veya çözüm önerisi koyması yani bilgilerin uygulamalara dönüşmesi ile 5E modelinin temelini oluşturan 3E modelindeki gibi kavramları uygulama aşamaları birbiri ile bağdaşmaktadır. STEM yaklaşımında 5E öğretim modeli, öğrencilerin önceki deneyimlerine bağlı olarak yeni öğrenmeler gerçekleştirmesini sağlama sürecidir. Giriş, Keşfetme, Açıklama, Derinleştirme ve Değerlendirmeden oluşan aşamalar STEM yaklaşımında doğrusal değil döngüselidir. Yani değerlendirme aşaması döngü boyunca devam etmektedir. STEM'de 5E öğretim modelini kullanarak öğrencilerin yaparak yaşayarak öğrenmesini sağlama, öğrendikleri bilgileri günlük yaşama transfer etmelerini sağlama, mühendislik becerilerine odaklanma, süreç boyunca ve süreç sonunda değerlendirmeyi sağlama açısından iyi bir entegrasyon bilgisi gerektirmektedir (Selvi ve Yıldırım, 2017).

Aşağıda normal 5E aşamaları ve 5E temelli STEM öğretim modeli aşamaları (Maryland University, t.y) verilmiştir.

Giriş (Engage): Giriş aşamasında dikkat çekmek için bir soru sorma, ilginç bir olay anlatma, bir problem ortaya koyma gibi etkinliklerle öğrencinin dikkati öğretilecek konu üzerine çekilir. Konu ile ilgili öğrencinin ön bilgileri ortaya çıkarılır. Öğrencilerin öğrenmeleri gereken hedef kazanımları ile ilgili eğlenceli ve merak uyandırıcı bir girişle derse başlanılır.

Keşfetme (Explore): Öğrencilerin aktif olduğu başlangıçta sorulan soru ile ilgili araştırmalar yaptıkları aşamadır. Öğrenciler laboratuvarında, kütüphanede yada bilgisayarda veya sınıf ortamında bireysel yada grupça öğretmen rehberliğinde araştırma yaparlar. Öğretmen gerektiğinde yönlendirmeler yapar (Değirmençay, 2010). Wilder ve Shuttlesworth'e göre keşfetme basamağında öğretmen öğrencilerin kavrama ilişkin yanlış anlamalarını ortaya çıkaracak güvenli, güdümlü araştırma yapacağı bir ortam sağlar (Akt. Tuna, 2011). Bunun için öğrenciler gözlemler yapar ve çeşitli denemeler yaparak ortaya koydukları hipotezler üzerinde çalışabilirler (Balcı, 2005). Öğrenciler bu basamakta sorular sorarak üst düzey düşünme becerilerini kullanırlar.

Açıklama (Explain): Öğrenciler konu ve kavramlarla elde ettikleri bilgileri kendi cümleleriyle bu aşamada açıklarlar. Öncelikle öğrenciler kendi açıklamalarını yapmalıdırlar, devamında öğretmen konuyla ilgili bilimsel açıklamaları vermelidir (Campbell, 2006). Öğretmen bu süreçteki yöntem ve teknikleri ihtiyacına göre kullanmayı sağlayıp açıklamaların zenginleştirilmesini sağlar. Açıklama aşaması modelin en kısa aşamasıdır (Bybee, Toyler, Gardner, Van Scotter, Powell, Westbrook ve Landes, 2006). Açıklama aşamasında öğrenciler bilgiye ulaşmada kullandıkları yöntemler ile bilimsel kavramlara erişim yaptıkları deneylerde elde ettikleri kavramları ilişkilendirme anlamında yol alabilme fırsatını yakalarlar. (Wilder ve Shuttlesworth, 2005).

Derinleştirme (Elaborate): Bu aşamada öğrenciler önceki üç aşamada elde edilen bilgileri yeni bilgiler yardımıyla yeni kavram olay ve durumlara transfer ederler. Bu sürecin en önemli aşaması sürecin becerilerin ve kavramların geliştirilmesidir. Bu aşama aynı zamanda öğrencilerin önceki aşamalardaki kavram yanlışlarını gidermeleri için önemli bir aşamadır (Bybee ve diğ., 2006). Öğretmenin genişletme aşamasındaki teşviki önemlidir (Gül, 2011). Sürecin bu aşamasında öğrenciler öğrendiklerini başka konulara transfer edebilecekleri, probleme çözüm önerilerinde bulunabilecekleri, karar verme becerisi ve varolan problemleri ile yeni problemler ortaya çıkarabilme şansını yakalamaktadır (Wilder ve Shuttlesworth, 2005).

Değerlendirme (Evaluate): Öğrencilerin önceki aşamalarda anlama düzeyleri bu aşamada belirlenir (Bybee ve diğ., 2006). Değerlendirme aşaması süreç sonundaki öğrenme ürünlerini kontrol etmesi yönünden dikkat edilmesi gereken bir aşamadır. Fakat 5E modeli kullanılırken her aşamanın sonunda gözlemlerle her aşamanın kontrolünün de sağlanması

gereklidir (Öztürk, 2008). Süreç hem öğrenciler hem öğretmen tarafından değerlendirilir. Değerlendirme yalnız sonuç odaklı değil, ağırlıklı olarak süreç odaklıdır.

STEM entegreli giriş: Öğretmen veya öğrenci dersin kazanımlarıyla ilişkili gerçek bir yaşam problemi, küresel sorun veya görev veya karmaşık bir soru ortaya sunar. Öğrenciler bu durum ile ilgili olası çözümleri veya açıklamaları beyin fırtınası yaparak tartışırlar.

STEM entegreli keşfetme: Öğrenciler bu aşamada fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinleri arasındaki bağlantıları kurar ve keşfeder. Karmaşık soruları çözümlmek, küresel sorunları araştırmak ve zorluklara ve gerçek yaşam problemlerine çözüm önerisi geliştirebilmek için öğrenciler bu aşamada sistematik yaklaşımları kullanır ve uygularlar.

STEM entegreli açıklama: Öğrenciler verileri analiz eder ve yorumlar. Anlayışları düşünceleri ve olası çözümleri bildirir. Analiz ve iletişim için uygun teknolojileri kullanırlar.

STEM entegreli derinleştirme: Öğrenciler bu aşamada STEM yaklaşımına göre çözümleri, prototipleri ve/veya modelleri geliştirirler. İleriki keşifler için deneysel prosedürleri değiştirip geliştirirler. STEM kariyerleriyle konunun bağlantılarını analiz eder ve tanımlarlar.

STEM entegreli değerlendirme: Öğrenciler karmaşık soru, sorun görev veya probleme verdikleri cevapları veya çözümlerini düşünürler. Akran değerlendirmeleri yaparlar. Performansa dayalı görevlerle anlayışlarını çözüm önerilerini gösterirler. STEM yaklaşımında Giriş, Keşfetme, Açıklama, Derinleştirme ve Değerlendirme aşamaları doğrusal değil döngüsel ve değerlendirme döngü boyunca devam etmektedir. Burada bu noktaya dikkat edilmesi gerekir.

STEM'de probleme dayalı öğrenme

Fen bilimleri dersi içeriğinde bakıldığında olgular, kavramlar, ilke ve genellemeler ve kuram ve doğa kanunlarından oluşmaktadır. Öğrencilerin fen bilimleri derslerinde öğrendikleri becerileri günlük yaşama transfer edebilmeleri ve karşılaştıkları yeni problemlerle baş edebilmeleri için kullanılacak metotların başında hiç şüphesiz probleme dayalı öğrenme gelir (Kaptan ve Korkmaz, 2001). Bu noktada STEM ve probleme dayalı öğrenmenin amaçları kesişmektedir. STEM yaklaşımında da öğrenciler günlük yaşamda karşılaşılan bir probleme çözüm geliştirmek için disiplinler arası entegrasyon ve çeşitli tasarım ve mühendislik aşamalarını kullanarak probleme çözüm üretmeye çalışırlar. Probleme

dayalı öğrenmede öğrencilerin problem çözme ve karar verme becerileri gelişir. Probleme dayalı öğrenme modeli, sınıfa ilk olarak yazılı senaryo, anekdot, video, teyp gibi araçların yardımıyla gerçek bir günlük yaşam problemi getirilmesi durumuyla başlar. Öğrenciler bu problem durumuyla ilgili önceki yaşantılarını paylaşırlar öğretmen ise bu konuda öğrencilerin önceki yaşantılarını yansıtmaları için teşvik edici roledir. Daha sonra öğretmen problem durumunu tanımlamak için öğrencilere yardım eder. Bu süreçte öğretmen öğrencilerle birlikte hem öğrenen hem öğretici rolündedir. Probleme dayalı öğrenme modeli aşağıdaki aşamalardan oluşur:

- Problemin farkına varılması ve problemin tanımlanması,
- Problemin tam ve doğru olarak açıklanması,
- Problemi çözmek için gerekli olan bilginin tanımlanması,
- Bilgi toplamak için gerekli olan kaynakların belirlenmesi,
- Olası çözümlerin (hipotezlerin) oluşturulması,
- Çözümlerin analiz edilmesi (verileri toplama, deneyler yapma, çözümler üretme ve en uygun çözümü seçme)
- Çözümün sözlü ya da yazılı rapor halinde sunulması, aşamalarından oluşur (Kaptan ve Korkmaz, 2001).

STEM yaklaşımında ise öğrencilere fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin hedef veya kazanımlarının kazandırılmasına yönelik gerçek yaşam problemi vasıtasıyla bu disiplinlerin bir arada bütünleştirilerek öğretilmesini sağlayan bir süreç ile başlanır. STEM yaklaşımında öğrencileri gerçek hayatta karşılaşılabilecekleri, birden fazla çözüm yolu olan ve disiplinlerin entegrasyonunu gerektiren bir problem durumuyla karşılaştırmak kritik derecede önem taşır (Wang, Moore, Roehrig ve Park, 2011; Williams, 2011). Böylesi bir eğitim anlayışı sayesinde öğrencilerin birden fazla disiplinle ilgili bilgi ve becerileri kazanmalarının yanı sıra gerçek yaşam problemine çözüm üretmeleri sayesinde çağın gerekleri olan 21. YY becerilerini de kazanmaları mümkün olmaktadır. Probleme dayalı STEM ise aşağıdaki aşamalardan oluşmaktadır. STEM’de probleme dayalı öğrenme sürecinde uygulamaların nasıl gerçekleştirileceğine yönelik Ramsey ve Sorrell (2006) tarafından ele alınan probleme dayalı öğrenme süreci dikkate alınarak aşamalar sunulmuştur.

Problem durumu: Probleme dayalı öğrenme sürecinde öğrencilere bir gerçek yaşam problemi sunulmasıyla başlanır. Problem durumunun, öğrencilerin önceki bilgileri ve dersin hedefleri ile ilişkili olması gerekmektedir.

Sorular: Öğrenciler grup olarak ön bilgilerini de kullanarak problem durumunu inceler ve problemin doğası belirlenir. Öğretmen tarafından “Problemden neler isteniyor?”, “Problemin çözümü için neleri biliyoruz?”, “Neleri bilmemiz gerekiyor?” gibi sorularla öğrenciler yönlendirilir. Öğrenciler problem durumuyla ilgili bilmedikleri yada anlamadıkları noktalarda sorular yazarlar ve bunlara nasıl cevap bulabileceklerini tartışır.

Eylem planı: Öğrenciler problemin çözümü için araştırmaya odaklanarak ihtiyacı olan bilgilere nasıl ulaşacaklarına yönelik bir plan oluştururlar ve ihtiyaçları olan bilgi, kaynak ve materyalleri belirlerler. Bu aşamada araştırma sürecinde takip edecekleri aşamaları öğrencilerden planlamaları beklenir.

Araştırma: Öğrenciler problemi çözmek için gerekli bilgileri toplamaya başlarlar. Öğretmen bu süreçte öğrencilerin ihtiyaçları olan bilgileri edinmeleri için çeşitli etkinlikler ve yollar planlayıp sunabilir.

Probleme yönelik çözüm önerileri: Öğrenciler bu aşamada toplanan bilgileri analiz edip problem durumuna çözüm yada çözümler üretirler. Bu aşamada problemin çözüm önerileri ile ilgili gruplar arasında detaylı tartışmalar ve değerlendirmeler yapılır. Bu aşamada öğretmen ek bir etkinlik planladıysa etkinlik sonucunda elde edilen bilgiler, problemin çözümü açısından kullanma ve değerlendirmeye alınır.

Ürün/Çözüm yada performans: En uygun çözümü seçip, kendi çözüm yolları olarak sunarlar. Buldukları çözüm önerilerini olumlu/olumsuz yanlarını değerlendirerek en uygun sonuca, çözüm önerisine ulaşırlar.

Son değerlendirme ve geri bildirim: Öğrenciler bu aşamada çözüm önerilerini sınıf arkadaşlarıyla paylaşırlar. Öğrenciler hem kendi ürün/çözümleri hem de diğer grupların çalışmalarına ilişkin düşüncelerini paylaşırlar.

STEM’de proje tabanlı öğrenme

İlerlemecilik görüşüne dayanan proje temelli öğrenme John Dewey’in yeniden yapılanma, Kripatric’in proje metodu, Bruner’in buluş yoluyla öğrenme yaklaşımı ve Thelen’in grup araştırması modellerine dayanmaktadır. Fen derslerinde öğrencilerden günlük

hayata uyum sağlamaları için yaşadıkları çevreyi gözlemlemeleri, olaylar arasında neden-sonuç ilişkisi kurarak sonuç elde etmeleri ve bilimsel metotları kullanmaları beklenir. Öğrencilerin öğrendikleri bilgi ve becerilerinin günlük yaşama transfer edilmesi ve günlük yaşamda karşılaşılan problemlere çözüm üretebilmeleri için kullanılacak metotların en önemlilerinden biri de proje tabanlı öğrenmedir (Korkmaz ve Kaptan, 2001). Proje, önceden tanımlanmış bir süre içerisinde değişim yaratmayı hedefleyen, birbirleriyle ilişkili amaç ve hedefleri olan, uygulanması sonucunda çeşitli ürünlerin elde edildiği bir çalışmadır. Proje tabanlı öğrenme öğrencilerin verilen konu veya ilgi alanlarıyla ilgili bir süreç içerisinde arkadaşlarıyla beraber veya bireysel olarak hayal etme, kurgulama, planlama yapma ve tasarım geliştirme bu sayede de anlamlı öğrenme deneyimleriyle sonuçlanan bir öğrenme modelidir (Erdem, 2002). Bu öğrenme modeli tasarlama ve kurgulamaya dayalı öğrenme modeli olduğundan proje fikrinin geliştirilip değiştirilebileceği açısından sonuç odaklı değerlendirmeyi içermez. Bilimsel bir çalışma olan projede, gözlem yaparak bilgi toplama, elde edilen bilgilerin düzenlenmesi bilgiler arasında neden-sonuç ilişkisi olup olmadığının araştırılması ve gelecek nesillere bilgilerin ve sonuçların aktarılması söz konusudur. Proje tabanlı öğrenme öğrencilerin araştıran, sorgulayan, işbirliği içerisinde çözüme ulaşmaya çalışan, yaratıcılık ve problem çözme özelliklerini gelişmesini sağlar. Proje tabanlı planlanan derslerde projedeki probleme çözüm geliştirmek isteyen öğrenci birden fazla disiplindeki bilgilerden yararlanarak disiplinler arası bir öğrenme gerçekleştirir. Proje sayesinde okulda öğrenilenlerin gerçek yaşamla içi içe olması sağlanır. Öğrenciler okulda öğrendiklerini günlük hayatta kullanabileceklerini kavrarlar (Saralar-Aras, 2020) Proje tabanlı öğrenme öğrenciler arasındaki işbirliğini arttırır.

Bilimsel bir proje çalışması merak ve gözlemle başlar, sonra merak ettiklerimizle ilgili gözlemler yapmaya başlarız ve kendimizi bilimsel proje hazırlarken buluruz. Proje süreci, proje fikrinin ortaya çıkışıyla başlar ve bu fikrin kağıda dökülmesi, geliştirilmesi, yürütülmesi, tamamlanması ve değerlendirilmesinin ardından yeni proje fikirlerinin üretilmesine kadar ki süreçleri içerir. Proje tabanlı öğrenme modeli belirli basamaklardan oluşmaktadır. Bu basamaklar aşağıdaki gibidir:

Proje tabanlı öğrenmenin ilk basamağı projenin konusunu seçmektir. Bu basamakta öğrenciden ilgisini çeken merak ettiği bir proje konusu belirlemesi istenir. İkinci basamak ise bilgi toplama basamağıdır ve bu basamakta öğrenciden belirlediği proje konusuyla ilgili farklı kaynaklardan bilgiler toplaması beklenir. Üçüncü basamak ise toplanan bilgilerin hedefe yönelik kullanılabilmesi için bilimsel yöntemin öngördüğü şekilde analiz yaparak çözüm

önerisi/önerilerini belirler. Dördüncü basamak ise çözüm önerilerinin eyleme döküldüğü uygulama basamağıdır. Beşinci basamak çözüm önerisiyle birlikte projenin sunulmasının planlaması basamağıdır. Son aşama ise projenin sunumu ve değerlendirmeyi içermektedir. Bu basamakta da proje ilgili bir katılımcı gruba sunulur ve katılımcılardan geri dönütler alınarak değerlendirme yapılır.

Probleme dayalı öğrenme modelinde öğrencilere bir problem veya bir araştırma sorusu verilmektedir. Proje tabanlı öğrenmede ise iyi tanımlanmamış görevler üzerinden problemi belirleyip araştırma yapmalarına imkan sağlayacak şekilde süreç gerçekleştirilir (Capraro ve Slough, 2013). STEM yaklaşımının öğrenciye kazandırmayı hedeflediği 21. YY becerileri, disiplinler arası öğrenmeyi sağlama ve STEM kariyerlerinin özelliklerini ilişkilendirme bakımından proje tabanlı öğrenme modeli ile bütünleştirilmesi önemlidir. STEM’de proje tabanlı öğrenme modeli iyi tanımlanmamış bir öğrenme görevinden iyi tanımlanmış bir ürün elde etmek olarak tanımlanmaktadır. STEM’de proje tabanlı öğrenme iyi tanımlanmamış ve disiplinler arası bir problem içeren problemlerde öğrencilerin bilim insanları gibi çalışma yürütmeleri sağlanılarak öğrencilerin STEM alanlarına ilişkin kariyerlerle ilgili ilişki kurlmaları ve bu uygulamaları deneyimlemeleri beklenir (Marshall, Horton ve Austin-Wade, 2007). STEM disiplinlerinin öğrenmeye entegrasyonu bir problemin çözümü olarak bir ürün yapımı ve bitirilmesini yansıtır (Tati, Firman ve Riandi, 2017). Sorular araştırmak, sorunları çözmek, bu sorunun çözümü için bir proje geliştirme aşamalarına dayanan probleme dayalı öğrenme modeli STEM entegrasyonu gerçekleştirmede etkili bir yol olarak önerilmiştir. STEM entegreli proje tabanlı öğrenmede birden fazla disiplinin entegre edilmesini kapsayan süreçlerde fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinleri ile ilgili kavramları anlamlı bir derecede kazanabilmeleri için gerekli bağlamsal ve özgün deneyimler kazanmaları bu iki modelin entegre edilmesiyle gerçekleşir (Capraro ve diğ., 2013). STEM’de proje tabanlı öğrenmede öğrenciler planlı programlı çalışmayı, işbirliği ve uyum içerisinde çalışmayı, kendi öğrenmelerinden sorumlu olmayı, problem çözme ve iletişimi öğrenirler. Proje tabanlı öğrenme ve STEM eğitiminin amaçları yukarıdaki anlatılan nedenlerden dolayı örtüşmektedir. Proje tabanlı STEM’de öğrenciler iyi tanımlanmamış bir problemle karşı karşıya getirilerek grup arkadaşlarıyla öğrencilerin farklı ön bilgilerini kullanarak potansiyel olarak farklı çözüm önerileri getirmelerine ve bireysel olarak farklı sorunlarla karşılaşmalarına olanak tanır. Proje tabanlı STEM şu aşamalardan oluşmaktadır.

Düşünme: Bu basamakta öğrencilerin ilgisini çekebilecek ve bilinenden yola çıkarak bilinmeyenleri öğretmeyi hedefleyen bir ortam hazırlanmalıdır.

Araştırma yapma: Bu basamakta öğretmen rehberliğinde veya kendi başlarına öğrencilerin proje ile ilgili araştırma yapması, bilgi toplaması ve bilgileri analiz etmesi istenir.

Keşfetme: Bu basamakta öğrencilerin bilinen bilgilerden yola çıkarak projenin gereklerini yerine getirmesi gerekir. Burada öğrenciler grup halinde akranları ile çalışarak STEM odaklı probleme çözüm oluşturabilecek bir model oluştururlar.

Uygulama: Bu basamakta geliştirilen model STEM disiplinleri de kullanılarak uygulanır.

Paylaş: Bu basamakta çözüm için geliştirilen model ve çözüm seyirciye anlatılır.

Literatürde farklı proje tabanlı STEM modelleride geliştirilmiştir. Geliştirilen bazı proje tabanlı STEM uygulamaları mühendislik tasarım sürecine benzer adımları içermektedir. Han, Rosli, Capraro ve Capraro (2016) ve Wan, So, ve Zhan (2020)'ye göre STEM'e uygun hazırlanan proje tabanlı öğrenme aşamaları ise aşağıda verilmiştir.

Hedeflerin ve sınırlamaların belirlenip iyi yapılandırılmış bir problemin verilmesi: Problem dikkat çekici, günlük yaşamla ilişkili, güncel ve STEM disiplinlerinin uygulanmasına izin vermeli disiplinlerin tamamı veya birkaçını içinde bulundurmalı, 21. YY becerilerini geliştirmeye yönelik ve grup içinde çalışmalarını ve işbirliğine yönelik teşvik edici şekilde olmalıdır.

Araştırma: Araştırma hedefleri belirlenerek nelerin araştırılacağı planlanır ve araştırmaya başlanılır. Bu aşamada mühendislik tasarım süreçleri kullanıma girebilmektedir. Böylece derinlemesine öğrenmeler gerçekleşir.

Fikir Oluşturma: Araştırma sonrası birden fazla çözüm geliştirmeleri için öğrenciler teşvik edilir. Mühendislik tasarım sürecinde bu bölüme mini tasarımlar denilebilir. Bu aşamada mühendislik tasarım süreçleri katılabilmektedir. (Mühendislik tasarım süreciyle ilgili detaylara mühendislik tasarım süreci başlığı altında verilecektir.)

Fikirlerin Analizi: Oluşturulan fikirlerin arasından en uygun olanı analiz edilir.

Model oluşturma: Seçilen en iyi ürünün modeli oluşturulur.

Test etme ve İyileştirme: Oluşturulan modeli test edip varsa iyileştirmeleri yapılır.

İletişim ve Yansıtma: Son olarak proje sunulmalı ve değerlendirilmelidir.

STEM'de mühendislik tasarım süreci

Proje tabanlı STEM ve mühendislik tasarım aşamaları birbirine benzerlik göstermektedir. Problemin belirlenmesi ve sınırlamaların getirilmesi, araştırma-sorgulamaya dayalı derin araştırmalar içermeleri bu benzerliklerdendir (Adanır, 2021). Bilim insanlarının ürettiği teorik bilgiyi tekniker ve teknisyenlerin uygulayabileceği pratik bilgiye dönüştüren kişiye mühendis denir. Mühendislik ise insanların ihtiyaç ve gereksinimlerinin karşılanması, sınırlandırılmış problemlerin çözülmesi amacıyla yaratıcılık, matematik ve fen disiplinlerini kullanarak ulaşılabilir çözümler üreten kompleks girişimler olarak tanımlanmaktadır. Mühendisler mühendislik tasarım sürecini kullanarak çalışırlar. Öğretimde kullanılan mühendislik tasarım süreci ile mühendislerin kullanmış oldukları mühendislik tasarım süreci birbirine benzer olmakla beraber sürecin duruma uygulanmasında çeşitli modeller geliştirilmiştir. Fen öğretiminde kullanılan mühendislik tasarım süreci aşamaları şu şekildedir (Hynes, Portsmouth, Dare, Milto, Rogers, Hammer ve Carberry, 2011: NRC, 2012).

1.Aşama: Problemin Tanımlanması: Problemin iyi anlaşılabilmesi için mühendislik tasarım sürecinin ilk adımı olarak öğrenciler problem ile ilgili kriter ve sınırlamaları belirlerler.

2.Aşama: Probleme Yönelik İhtiyaçların Belirlenmesi: Öğrenciler akıllarına gelen ilk çözüm önerisi yerine problem ile ilgili birden fazla tasarım ve çözüm önerisi üreterek fikirleri ile ilgili olan ihtiyaçları belirlerler. Uygun araştırma soruları oluştururlar.

3.Aşama: Olası Çözümlerin Geliştirilmesi: Problem durumuna ilişkin buldukları çözüm önerilerini yazıp çizerek not alırlar.

4.Aşama: En İyi Çözüm Önerisinin Seçilmesi: Kriterler ve sınırlamalar bağlamında en uygun olan çözüm önerisini seçerler.

5.Aşama: Prototipin Yapılması: Öğrencilerin seçtikleri çözüm önerilerine uygun edindikleri bilgiler ile bilimsel gerçekleri prototiplerine uygularlar.

6.Aşama: Çözümü Test Etme ve Değerlendirme: Çözüm önerilerinin başarı olup olmadığını test edip başarısız olmaları halinde öğretmen rehberliğinde yapılan dönütler ile çözümün iyileştirilmesine gidilir.

7. Aşama: Çözümün Sunulması: Öğrenciler çözüm önerilerini sunarlar: Öğrencilerin çözüm önerisi sunulması ve test etme ve değerlendirme aşamasındaki değerlendirmeleri yorumlamaları dönütler elde etmeleriyle mümkün olur.

8. Aşama Yeniden Tasarlama ve Revize Etme: Bir önceki aşamadaki dönütlerden yola çıkılarak projenin, ürünün, tasarımın kriter ve sınırlamaları en iyi şekilde karşılayacak şekli hazırlanır.

9. Aşama: Kararın Tamamlanması: Tamamlanmış olan nihai çözüm önerisinin en iyi olup olmadığına karar verilir.

Mühendislik sürecine fen öğrenme ortamını entegre etmek öğrencilerin mühendisliğe olan ilgilerini artırır, bilimsel bilgiyi elde edip yaratıcı ve üretken olmalarını sağlar, öğrencilerin mühendislik uygulamalarına karşı ilgilerini arttırarak insanların ihtiyaçlarını karşılayabilecek bireyler yetiştirilmesi hedefine ulaşılır.

STEM’de Mühendislik tasarım yaklaşımı, öğrencilere özel olarak tanımlanmış mühendislik tasarımlarını oluşturmaları sürecinde fen ve matematik prensiplerini anlamlandırdıkları bir yaklaşımdır. Mühendislik tasarım yaklaşımında öğrencilere bir senaryonun içerisinde bir tasarım problemi tanımlanır ve prototipi iyileştirme sürecindeki bilişsel çabalarıyla kritik fen ve matematik prensiplerini keşfetmeleri beklenmektedir. Bu yaklaşımda tasarım sorunları fenin içerik bilgisi ile gerçek yaşam arasındaki ilişkiyi kurmaya yardımcı olan bir araç gibidir (Sadler, Coyle ve Schwartz, 2000). Sadler ve diğerleri (2000)’ne göre Mühendislik temelli STEM yaklaşımı dikkat çekici bir problem içeren senaryonun okunması ile başlar. Daha sonra öğrenciler gruplar halinde verilen özelliklerde ilk prototipi yaparlar. Ardından öğrenciler tasarımlarını geliştirmeye ve revize etmeye cesaretlendirilir. Sınıfın tamamının katıldığı beyin fırtınası ve tartışma gibi etkinlikler ile tasarımın performansını etkileyen değişkenler belirlenir. Öğrenciler değişkenleri araştırırlar ve tasarımı revize ettikten sonra sunarlar. Sadler ve diğerlerinin (2000) çalışmalarında köprüler, rüzgâr tribünleri, ısı evi, elektrik pilleri ve yerçekimi arabası olmak üzere altı rekabet (mühendislik temelli STEM) modülü geliştirmişler ve modelin uygulanmasında yukarıda belirtilen aşamaları kullanmışlardır.

STEM SOS modeli

STEM SOS (Student on Stage-Öğrenciler sahnede) modeli STEM eğitimin etki gücünü artırılması amacı ile ABD’nin Teksas Eyaletindeki bir okulun kendi STEM

yaklaşımlarını geliştirmeleri ile ortaya konmuştur. Bu model proje tabanlı öğrenme ve sorgulamaya dayalı öğrenme modellerinin harmanlanmasını içerir. Model aynı zamanda STEM yaklaşımının daha iyi anlaşılmasını amaçlayan bir model olarak geliştirilmiştir (Şahin ve Top, 2015). Bu yaklaşımın amacı sadece STEM yaklaşımının daha iyi anlaşılması değil, öğrencilere kendi öğrenmelerini kendilerinin sağlaması becerisinin de kazandırılmasıdır (Harmony STEM Program, 2013). Bu modelin içeriğinde öğrencilerin üç farklı seviyede proje gerçekleştirmeleri gerekmektedir. Seviye-I projede öğrenciler her dönemde müfredat kazanımlarıyla ilgili iki proje gerçekleştireceklerdir. Proje sonucunda ürünler dijital sunum şeklinde sunulur ve öğretmen değerlendirme rubrikleri ile projeleri değerlendirmektedir. Seviye-II projesinde ise öğrencilerin okul dışında bir yıl boyunca gerçekleştirecekleri bir proje ile görevlendirilirler. Seviye-III düzeyde ise öğrenci tek başına projenin bütün aşamalarını gerçekleştirir.

Seviye-I projede, öğrenciler bir araştırmanın geçtiği süreçleri verilerin analizi gibi araştırma süreçlerini gerçekleştirmeyi, araştırma süreçlerinin yorumlanmasını öğrenirler (Şahin, 2015). Seviye-II düzeyde öğretmen tarafından proje tabanlı öğrenmenin tüm aşamalarına uygun bir proje süreci tasarlanır ve öğrencilerde hazırlanmış olan aşamalara uygun olarak projeyi yaparlar. Seviye-II projede teknoloji kullanımı zorunludur ve her adımda kullanılır. Bu modelde STEM disiplinlerinin teknoloji ile entegrasyonuna önem verildiği görülmektedir. Öğrencilerin projeleri dijital platformlarda e-portfolio olarak kaydedilir. Öğrenciler projeleriyle ilgili broşür hazırlarlar. Öğretmenler bu modelde süreçlerin gerçekleştirilmesiyle ilgili proje uygulamaları dersleri alırlar ve e-portfolio'lar üzerinden projelerin geliştirilmesi aşamasında öğrencileri desteklerler. Ayrıca öğretmenlerin model ile ilgili STEM SOS materyalleri, değerlendirme rubrikleri ve projeler ile ilgili kılavuzlar gibi dijital olarak materyallere erişimleri sağlanır (Şahin ve Top, 2015). Bu modelde teknoloji kullanımına ağırlık verilmekte ve etkinliklerde teknoloji kullanımları da farklılık göstermektedir. Seviye-I'de teknoloji kullanımı daha çok var olan teknolojileri (ör. ppt sunumu, galeri vb.) proje süresince kullanmayı gerektirirken, Seviye-II ve Seviye-III ise var olan teknoloji kullanımı (poster hazırlama, video çekme, Youtube video yüklemek) ile projeler gerçekleştirilmekte ve bunun ötesinde teknoloji, fen, matematik disiplinlerinin bilgilerinin kullanılarak mühendislik tasarım sürecinin de entegre edilmesiyle yeni bir teknoloji geliştirmeyi de amaçlamaktadır (Selvi ve Yıldırım, 2017; Şahin ve Top, 2015). STEM SOS modeli şu basamaklardan oluşmaktadır:

1.Basamak: Sınıf içerisinde gerçekleşen deney, araştırma ve etkinliklerden oluşur.

2.Basamak: Sınıftaki etkinliğe göre teknolojik bir tasarım gerçekleştirilen aşamadır.

3.Basamak: Ürünün ulusal ve uluslararası düzeyde sunumunun gerçekleştiği basamaktır.

2.1.5. STEM okuryazarı öğretmenler

STEM okuryazarlığı, STEM ile ilgili bireysel, toplumsal ve evrensel sorunlara çözüm bulmak amacıyla STEM kavramlarını ve becerilerini bilmek ve bu becerileri uygulayabilmek olarak tanımlanmaktadır (Çorlu ve Çallı, 2017). NRC (2011) ise STEM okuryazarlığını kişisel karar verme, sivil ve kültürel işlere katılma ve ülkelerin ekonomik verimliliği sağlayabilmeleri için gerekli bilimsel ve matematiksel kavramları ve süreçlerin bilgi ve anlayışı olarak tanımlamaktadır. NRC (2012)'e göre güncellenen fen eğitim standartlarının kullanımı ve K-12 düzeyde uygulanması öğretmen eğitiminin önemi büyüktür. Özellikle öğretmenler eğitimi programların işlevselliğini sağlamada önem arz etmektedirler. Öğretmenlerin geliştirilen STEM programlarını uygulanabilmesi ve STEM disiplinlerini derslere entegre edebilmesi için STEM disiplinlerinden haberdar olmaları, mühendislik disiplinini derslerine entegre etmeleri ve dersler ile günlük yaşam bağlamını sağlayabilmeleri için günlük yaşam ile tasarım sürecini ilişkilendirebilme becerilerine sahip olması gerekmektedir (Hacıoğlu, 2017).

Alanyazın incelendiğinde öğretmenlerin STEM okuryazarı olabilmeleri için STEM alan bilgisi, STEM entegrasyon bilgisi, pedagojik bilgi, 21. YY becerileri bilgisi ve bağlam (öğretme ortamı) bilgisi gibi alanlarda yetkinliğe sahip olmaları gerektiği ifade edilmektedir. Bu yetkinliklerin her birinin önemi ve kapsamı aşağıda paragraflar halinde açıklanmıştır.

STEM okuryazarı öğretmenlerin STEM alan bilgisine sahip olmaları gerekmektedir. STEM disiplinleri içerisinde yer alan fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinleri ile ilgili bilgi ve becerilerin öğrencilere kazandırılabilmesi için öğretmenlerin bu disiplinlerle ilgili alan bilgisine sahip olmaları gerekmektedir. Bunun için her disiplinin okuryazarlık tanımına bakılacak olursa fen okuryazarlığının çeşitli tanımlamaları bulunmaktadır. Amerikan Bilimsel Gelişim Kurumu (American Association for the Advancement of Science) (AAAS) (1990) fen okuryazarlığını “bilgiye ulaşabilme ve ulaşılan bilgiyi tek başına kullanabilme becerisi” olarak tanımlanmıştır. Fen okuryazarı bireyler genellikle kanıt, nicel düşünce, tartışma ve belirsizlik içeren sorun ve problemler ile duyarlı bir biçimde ilgilenebilen karar verme becerisi gelişmiş sadece kendisini etkileyen kararlarda değil tüm toplumu etkileyen konularda da duyarlı olan bireylerdir (Asunda, 2012). MEB (2018)'e göre fen okuryazarı

bireylerin sahip olması gereken özellikler arasında araştırma-sorgulama, etkili kararlar verebilme, problem çözebilme, kendine güvenme, işbirliğine açık, etkili iletişim kurabilme, gibi beceriler önemli sayılmaktadır. Öğretmenlerin fen okuryazarı bireyler yetiştirebilmeleri için kendilerinin de fen okuryazarı olmaları gerekmektedir. Bu sayede öğrencilerine feni anlama ve okuma yeteneği, çağdaş fenin bugününe ve geleceğine önem verme, fenle ilgili bir fikir ifade edebilme yeteneği, demokratik karar vermeye katılım ve fen-teknoloji-toplumun birbirlerini nasıl etkilediğini anlama becerilerini kazandırmaları daha kolay gerçekleşir. Uluslararası Teknoloji Eğitimi Derneği (International Technology Education Association) (ITEA) (2007, sy.242) teknoloji okuryazarlığını ise “teknolojiyi kullanma, yönetme, değerlendirme ve anlama yeteneği” olarak tanımlamıştır. Gagel (1997)’a göre teknolojik okuryazarlık dört adet genel beceriyi barındırmaktadır. Bu beceriler; 1) teknolojinin ani ve sürekli değişimine uyum sağlama ve başa çıkma, 2) etkili ve etkin teknolojik bilgi yoluyla hareket etme, 3) insan hayatı ile ilgili teknolojileri değerlendirmek ve 4) teknolojik problemler için yaratıcı ve yenilikçi çözümler bulmak olarak nitelendirilmektedir. Mühendislik okuryazarlığı ise, öğrencilerin mühendislik ve teknolojideki gelişmelere hâkim olmalarını ve fenin ve matematiğin ortak olan doğasını anlamalarını gerektirir (Hernandez, Bodin, Elliott, İbrahim, Rambo-Hernandez, Chen ve Miranda, 2014). Mühendislik tasarım süreci fen ve matematik disiplinlerinin günlük yaşam ile bağlantıların kurulmasını sağlar. Mühendislik tasarım becerileri bireylere disiplinlerin temel fikirlerini kavramsallaştırma, kavramları farklı alanlarda kullanabilme, disiplinler arası bir yaklaşımla bilim ve mühendisliği uygulama gibi becerileri kapsamaktadır. Kısaca STEM alan bilgisine sahip bir öğretmen STEM alanlarının temel kavramlarını bilmeli, öğretebilmeli ve bunun yanında etkinliklerin disiplinler arası bir şekilde uygulanmasını ve anlaşılmasını sağlayabilmelidir.

STEM okuryazarı öğretmenlerin STEM entegrasyon bilgisine sahip olmaları gerekmektedir. STEM yaklaşımında fen, teknoloji, mühendislik ve matematik olmak üzere her birinin kendi karakteri ve anlamı olan dört disiplin bulunmaktadır. STEM okuryazarlığı STEM disiplinlerinin kaynaşmasını sağlayarak bu farklı disiplinleri bir araya getirir (Bybee, 2010). STEM disiplinlerinin farklı şekillerde entegrasyonunu içeren modeller vardır. Bu anlamda STEM disiplinlerinin entegrasyonuna ilişkin çeşitli modeller geliştirilmiş ve kendi arasında entegrasyonların şekline göre farklı seviyelerle ifade edilmişlerdir (ör. STEM 2.0, 3.0, 4.0). Bütünleşik STEM eğitimini temel alarak “dört disiplin arasındaki engelleri kaldıran disiplinler arası bir öğretim yaklaşımı” olarak tanımlayan Wang ve diğerlerine (2011, s.2) göre STEM disiplinlerinin bütünleştirilmesi bir çeşit öğretim programlarının bütünleşmesidir.

Öğretim programlarının bütünleştirilmesi fikri ilk kez Dewey (1931) tarafından *The Way out of Educational Confusion* adlı kitabında dile getirilmiştir. Dewey (1931) sınıflarda bütünleşik eğitim programlarının uygulanmasının önünü açmış ve bu felsefeden STEM yaklaşımı da etkilenmiştir (Akt: Sublette, 2013). Öğretim programlarının bütünleştirilmesi fikri eğitimci uzmanların gerçek yaşam ile ilgili problemlerin çözümünün ayrı ayrı disiplinlere bölünemeyeceğinin fark edilmesiyle ortaya çıkmıştır (Wang ve diğ., 2011). Bu felsefeden etkilenen STEM yaklaşımındaki disiplinlerin bütünleştirilme modellerini anlayabilmek için öğretim programları bütünleştirilme modellerini de bilmekte yarar vardır (Gencer, Doğan, Bilen ve Can, 2019). Öğretim programlarının bütünleştirilmesinde bütünleştirmede izlenen yol ve bütünleşmenin derecesini tanımlamak için çok disiplinli (multidisciplinary), disiplinler arası (interdisciplinary) ve disiplinler üstü (transdisciplinary) yaklaşımlar ortaya konmuştur (Vasquez, Sneider ve Comer, 2013). Multidisipliner yaklaşım bir disiplin ile ilgili öğrenilenlerin başka disiplinlerle ilişkilendirilerek ortak bir tema altında fakat her disiplindeki bilginin ayrı ayrı öğretilmesini kapsar. İnterdisipliner yaklaşım iki veya daha fazla disiplinin bilgi ve becerilerinin ortak bir öğrenme ortamında organize edilmesini kapsar (Vasquez ve diğ., 2013). Bu yaklaşım da iki veya daha fazla disiplinin derinleştirilmesi amacıyla ortak kavram ve becerilerin derinlemesine öğretimi önemsenir. Transdisipliner yaklaşımda ise disiplinler arası sınırların ortadan kaldırılması söz konusudur. Transdisipliner yaklaşımda disiplinler arası bilgi ve beceriler gerçek yaşam problemlerini çözmek için bir arada kullanılır. Öğrencilerin gerçek yaşam bağlamında sahip oldukları bilgileri gerçek dünya problemlerine uygulanmasına yönelik çeşitli tutum ve stratejileri (problem çözme proje tabanlı öğrenme) kullanarak bütünleştirmesi ve böyle kalıcı öğrenmeleri sağlamaları bu yaklaşımın içerisindedir (Vasquez ve diğ, 2013). Yani bir probleme çözüm üretirken tüm STEM disiplinlerinin kullanılması transdisipliner yaklaşımı kapsar. Transdisipliner yaklaşımda iki veya daha fazla disiplinin bilgi ve becerileri kullanılarak gerçek yaşamdaki sorunlara ve projelere çözüm önerileri geliştirilir. Literatür incelendiğinde pek çok STEM disiplinleri entegrasyon modelleri geliştirilmesine rağmen hangi modelin doğru olduğu konusunda bir kanıt yoktur. Bybee (2013) model olarak tek bir modelin seçilmesini veya tek bir boyutun bütünleşik STEM eğitiminin tüm tanımına uymasını beklemek yerine; yerel düzeyde STEM uygulayıcıları olan öğretmenler, yöneticiler, okullar ve politika oluşturan kurumların kendi STEM bütünleşmelerini kendi ihtiyaçlarını ve düşüncelerini dikkate alarak yapmalarını önermektedir.

Öğretmenlerin STEM okuryazarı olabilmeleri için pedagojik bilgiye sahip olması da gerekmektedir. Pedagojik bilgiyi Shulman (1986) kimyager ile kimya öğretmeni birbirinden ayıran bilgi olarak ifade etmektedir. Yani bir alan uzmanı ile alan öğretmenin arasındaki alan öğretmenin sahip olması gereken özellikler pedagojik alan bilgisi içeriğini oluşturur. Bir öğretmenin öğretim programındaki bir kazanımı etkili bir şekilde öğretilmesi için kullandığı öğretim yöntem, teknik ve stratejiler, dersin anlamlandırılması için kullandığı materyaller, öğrencilerin konu hakkında sahip olduğu ön bilgilerinin tespit edilmesi, öğrencilerin nerelerde zorlanacağını belirlenmesi ve öğretimin değerlendirilmesi süreçleri pedagojik alan bilgisini kapsar. Yani pedagojik alan bilgisi konu alan bilgisinden öte öğretmek amacıyla yeniden düzenlenmiş konu alan bilgisi olarak görülebilir (Demirdöğen, 2015). STEM eğitimi farklı disiplinleri ve bunların birbirleri ile ilişkisini barındırdığından klasik fen bilgisi öğretmenlerine verildiği gibi alan bilgisi ve pedagojik alan bilgisi derslerinin (ör. Özel öğretim yöntemleri, Ölçme ve değerlendirme) verilmesi yeterli olmayacaktır. STEM yaklaşımı uygulanan yerlerde normal pedagojik alan bilgisinden farklı olarak Teo ve Ke'ye (2014) göre öğretmen adaylarına sınıf ortamındaki uygulamalar ile ilgili olarak tanıtılması ve kazandırılması gereken önemli kavramın belirsizlik (uncertainty) kavramı olduğudur. Sınıf ortamına girildiğinde birçok konuda belirsizliklerle karşılaşabilecekleri vurgulanmalıdır. İyi bir STEM öğretmeni öğrencilerin bilgiye hazır olarak ulaşmalarını sağlamaktan ziyade kavramları farklı kelime ve kavramlarla açıklayarak öğrencilerin bilgiye kendilerinin ulaşmasını sağlar (Kaya, 2019). Teo ve Ke (2014) kendi deneyimlerinden yola çıkarak STEM yaklaşımının diğer eğitimlerden farklarından birisinin de daha çok süreç değerlendirilmesini kullanmasının olduğunu belirtmişlerdir. STEM yaklaşımı sonucunda oluşan ürünler, projeler, tasarımlar ürün değerlendirmesi ile değerlendirilirken, ders boyunca süreç değerlendirmeleri de yapılarak summatif ve formatif değerlendirme sürecinde tüm STEM alanlarını göz önünde bulundurur ve performansa dayalı bir değerlendirme gerçekleştirilir.

Öğretmenlerin STEM okuryazarı olabilmeleri için STEM'de 21. YY becerileri bilgisine de sahip olmaları gerekmektedir. Bu becerilerden olan yaşam becerileri içerisinde bilimsel bilgiye ulaşılması ve bilimsel bilginin kullanılmasına ilişkin olarak analitik düşünme, karar verme, yaratıcılık, girişimcilik, iletişim ve takım çalışması gibi beceriler ön plana çıkmaktadır. Gözlem yapma, ölçme, sınıflama, verileri kaydetme, hipotez kurma, verileri kullanma ve model oluşturma, değişken değiştirme ve kontrol etme, deney yapma gibi beceriler ise bilim insanlarının bilimsel çalışmaları sırasında kullandıkları temel becerilerden olan ve öğrencilere kazandırılması hedeflenen bilimsel süreç becerileri arasında yer

almaktadır. Ayrıca bu kapsama yeni eklenen mühendislik tasarım becerileri bireylere yeni eğitim fırsatları ve kariyer imkanı sunma, STEM disiplinlerin temel fikirlerini kavramsallaştırma ve bütünleştirilmesini sağlama, bilim ve mühendisliği uygulayabilme, problemlere disiplinler arası bakış açısıyla bakabilme ve öğrencileri buluş ve inovasyon seviyesine ulaştırarak bir ürün oluşturup ürünlere nasıl katma değer kazandırabilecekleri gibi becerileri içermektedir (MEB, 2018). Bu kapsamda STEM yaklaşımının başarıya ulaşması için öğretmenlerinde STEM okuryazarı olmaları ve 21. YY becerilerini öğrencilere kazandırabilmek için STEM yaklaşımını uygulamaları gerekmektedir. Öğretmenlerin bu manada sınıf ortamındaki görevleri arasında ders esnasında öğrencileri beyin fırtınası, araştırma yapma, tasarım, test etme ve geliştirme becerilerini kazandırmak için işlevsel uygulamaları sağlayan ödevler ve projeler sunmaları önemlidir.

STEM okuryazarı öğretmenlerin bağlam (öğrenme ortamı) bilgisine de sahip olmaları gerekmektedir. Bütünleştirilmiş STEM eğitiminin derslerde kullanılabilmesi için uygun bağlamların belirlenmesi ve bunların uygulanması gerekir. Örneğin cebir konusu için cebir öğretimi bir bağlamı oluşturur. STEM yaklaşımında doğal afetler, çevre sorunları, iklim, tarım, madencilik, ulaşım, sağlık, teknoloji gibi konular STEM yaklaşımının odağı olan fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini barındırdığından uygulama için uygun bağlamları (öğrenme ortamını) oluşturur. STEM yaklaşımında sunulan öğrenme-öğretme bağlamı ile öğrencilerin STEM bilgisi ve öğrenme kapasitesi uyumlu olmalıdır (Nadelson ve Seifert). Öğrenci düzeyinin üstünde veya öğrenci düzeyinin altında kurulan entegre STEM yaklaşımı bağlamları, STEM yaklaşımının uygulanabilirliğini düşürür. Bağlamlar yüksek seviyede zor olursa hayal kırıklığına veya düşük seviyede olursa öğrencilerin sıkılmasına neden olur. STEM odaklı uygulamalarda gerçek yaşam yada bağlam (öğretme ortamı) üzerine kurgulanan bir problem durumunun öğrencilere sunulması önemlidir. Problem durumu etkinlikleri ve öğrenme bağlamı (öğrenme ortamı) bütün STEM disiplinlerini kapsayacak şekilde oluşturulmalıdır. Bütünleştirilmiş STEM bağlamı öğrencilerin STEM'in çeşitli yönlerini keşfetmelerini sağlar. Örneğin fen bilimleri dersinde kullanılan bir STEM etkinliğinde matematik, teknoloji ve mühendislikten nasıl faydalanılacağı çok önemlidir. Bu etkinlikte vurgunun fen bilimleri kavramlarına yapılması ve etkinliğin temelinde diğer disiplinlerin de alınması gerekir. Öğretmenler, yenilikçi teknolojik öğretim araçları kullanılmasını sağlayarak ve fen ve matematik bilgilerini kullanarak öğrencileri bir mühendislik problemini çözmeye yönlendirebilirler (Barış, 2019). Veya mühendislik disiplininin öğretimi için zengin, ilgi çekici ve motive edici bir içerik dahilinde hazırlanan bir

modül ile STEM disiplinlerini mühendislik ile anlamlı bir şekilde bütünleştirilmesi sağlanabilir (Moore, Glancy, Tank, Kersten, Stohmann, Ntow ve Smith, 2013). STEM yaklaşımı uygulanan sınıflarda öğretmenlerin öğrenme ortamını tasarlama, düzenleme ve rehberlik etme görevleri vardır (Bakırcı ve Kutlu, 2018).

Breiner ve diğerleri (2012) göre entegre STEM yaklaşımı gerçek hayattaki mühendis, teknolog veya bilim insanlarının ve bu alanlardaki uzmanların uygulama yaptıkları öğrenme ortamlarına benzer deneyimler kazanmalarını hedeflemektedir. STEM etkinliklerinde öğrenciler disiplinlerarası problemler ile çalışarak gerçek hayatta STEM alanlarında çalışan uzmanların işbirliğine benzer çalışmalar yürütürler. Bu kapsamda STEM uygulamaları sınıf dışına da taşınarak uygulanabilir. Okul sonrası etkinlikler kapsamında uygulanan robot yapma, bilim, fen ve matematik yarışmaları ve olimpiyatlar gibi programlar STEM etkinliklerini kapsamaktadır (Şahin ve diğ., 2014). Öğrenciler bu uygulamalar ile akranları, mühendisler, öğretim üyeleri ile işbirliği içerisinde çalışarak fikirlerini, deneyimlerini ve bilgilerini birbirleriyle paylaşarak problemlere çözüm üretmeye çalışırlar. Böylece okul dışı uygulanan STEM etkinlikleri ile araştırma-sorgulama yaparak gerçek hayatta uzmanların çalışmalarına benzer deneyimler elde etmiş olurlar. Ayrıca öğrencilerin bilimsel sorgulama yetenekleri, iletişim becerileri, STEM alanlarına ilgileri de artar (Şahin ve diğ., 2014). Öğrencilerin bilim şenlikleri yada fen olimpiyatlarında STEM yaklaşımı ile geliştirdikleri projelerini sunmaları eğitimin hedefleri arasında olan 21. YY becerileri, eleştirel düşünme ve disiplinleri bütünleştirerek yenilikçi düşünme (inovasyon) yeteneklerinin de gelişimini sağlar.

2.2. Argümantasyon

Argüman tartışmalı bir sosyal olay için yazarak veya düşünerek veya grup halinde gerçekleşen bir etkinliktir (Driver ve diğ., 2000) Araştırmacılar argümanı veriler ve iddialar aracılığıyla bilginin doğruluğunun ispatlanması olarak tanımlamaktadırlar (Aktamış ve Hiğde, 2017). Angell (1964)'a göre argüman en az bir neden tarafından desteklenen sonuçtur. Sonuç olarak argüman ortaya konulan ürün, argümantasyon ise bu ürünü oluşturma süreci olarak ifade edebilir (Sompson ve Clark, 2008).

Kuhn (2009)'a göre bir argüman, bir duruma yönelik veya durumun karşıtı olan duruma yönelik nedenler oluşturmaktır. Erduran (2007)'e göre argümantasyon bireylere ve öğrencilere iki şey kazandırır. İlk olarak öğrencilerin bilimsel bilgiyi etkinlikler yazarak veya konuşarak uygulamaları, bilim insanlarının nasıl düşündüklerini basit olaylar ile görmelerini sağlar. İkinci olarak değişik bakış açılarına karşı akıl yürütme, tartışma, düşünme, teorilerin

doğruluğunu destekleyen kanıtları savunma ve kritik düşünme (karar verme) becerileri kazanırlar. Argümantasyon iki veya daha fazla kişinin karşılıklı olarak argümanları eleştirdiği ve yapılandığı sosyal bir süreç olarak kabul edildiğinden bir mesele veya konu hakkındaki düşüncelerin desteklenmesi veya gerekçelendirmesi süreci olarak ifade edilebilir. Aynı zamanda farklı fikir veya argümanlarında değerlendirildiği bir süreç olarak da görülebilir (Chin ve Osborne, 2010; Kuhn ve Udell, 2003).

Argümantasyon kelimesi basit bir tartışmadan farklıdır. Bu anlamda argüman, argümantasyon ve münazara kelimelerinin anlamına bakılacak olursa; argüman, bir konuşma biçimi bir seri önerme olarak tanımlanabilir (Kuhn ve Udell, 2003). Argümanın bir anlamı sınıflarda bir başlangıç teklifi ve sonrasında modellerle farklı etkinlik ve materyallerle ya da uygun yöntemlerle bir ders içerisinde gelişimi sağlanan bir konuşma biçimi anlamına gelmektedir. Karıştırılan bir diğer kavram olan münazara ise birkaç ders boyunca devam eden ikişerli veya üçerli iki grup öğrencinin bir fikir, eylem veya önerinin taraf ve karşı noktalarının ortaya konduğu, gerekirse bireylerin inanmadıkları bir görüşü savunduğu öğretimde kullanılan bir tekniktir. Argümantasyon sürecinde ise bahsi geçen bir argüman, ortaya konulan ürüne, önermeye veya iddiaya verilen genel addır. Ortaya konulan argümanın veri ve gerekçeler ile desteklenmesi gerekir. Argümantasyon kavramı ise bir argümanın yapılandırma sürecidir. Argümantasyon öğrencinin inandığı bir bilimsel fikir veya bilimsel olmayan bir konu ile ilgili bilimsel verilerle ortaya konulan argümanların yapılandırıldığı ve karşı görüşü elindeki bilimsel veriler ile çürütmeye çalışmanın esas olduğu iki veya daha fazla kişinin argümanları eleştirdiği ve yapılandığı sosyal bir süreçtir (Nussbaum, 2002). Sonuç olarak argüman ortaya konulan üründür, argümantasyon bu ürünü oluşturma sürecidir. Argümantasyon yapılandırılmış bir bilimsel tartışma formudur. Basit bir tartışma ve tarafların sadece görüşlerinin sunulduğu bir ortam değildir. Bilimsel bir bilginin aşama-aşama çeşitli verilerden alınan kanıtlara dayandırılarak gerekçeleri ile sunulmasıdır (Trend, 2009).

Toulmin (1958) argümantasyonu, iddiaları verilere dayandırarak uygun gerekçelerle ilişkilendirme süreci olarak tanımlamaktadır. Argümantasyon gerekçeler aracılığıyla iddia ve veriler arasında bağlantı kurmaktır (Jimenez-Aleixandre ve Erduran, 2007). Trend (2009) argümantasyonu bilim insanlarının bilimsel bilgilerini ve anlamalarını arttırmak için bilimsel çalışma diyologları ile meşgul olmalarına benzetir. Argümantasyon en genel hali ile insanların birbiri ile konuşmasıdır, rasyoneldir, bilimsel bilgiyi temel alır ve normal bir konuşmadan farklı olarak farklı bileşenleri bulundurulur. Hem akıl hem de tutumu içerir ve temelinde kanıtla ikna etme vardır. Trend (2009)'e göre argümantasyon bireylerin bilimsel bilgileri öğrenebilme

ve bu bilgileri neden-sonuç ilişkisi içerisinde açıklayabilme seviyelerini arttırmak için kullandıkları bilimsel diyolog bütünüdür. Literatürdeki tanımlamalara göre argümantasyon bireylerin ortaya attıkları iddialarını savunurken inandırıcı kanıtları tanık olarak göstererek fikirlerini gerekçelendirme, buna bağlı olarak karşıdaki kişiyi ikna etme yani bilimsel bir konuda bilim insanı gibi düşünebilme, düşüncelerini yazılı yada sözlü ifade edebilme ve tartışabilme süreci olarak ifade edilmektedir (Aktamış ve Hiğde, 2017).

2.2.1. Argümantasyonun önemi ve faydaları

Fen eğitiminde bütün bireylerin fen okur-yazarı olarak yetiştirilmesi kapsamında bireylere kazandırılması gereken özellikler sadece fen bilimlerine ait temel kavram ve ilkeler üzerine yoğunlaşmakla kalmayıp aynı zamanda fen dersi kapsamında öğrencilere kazandırılması gereken bilgi, beceri, duyuş alanlarını da içermektedir. Bu kapsamda MEB (2018) bütün bireyleri fen okur-yazarı olarak yetiştirmeyi amaçlamakta ve bu doğrultuda bireylere; doğanın keşfedilmesi için bilimsel süreç becerileri ve yaşam becerilerini kazandırma, birey çevre ve toplum arasındaki karşılıklı etkileşimin ve kavramlar arası ilişkinin anlaşılması için bilimsel süreç becerilerini kullanabilme, günlük yaşam sorunlarına ilişkin sorunların çözümü için karar verme gibi becerilerin kazandırılmasını hedeflemektedir. Bunun yanında yine MEB (2018) fen okur-yazarı bireyler yetiştirilmesi kapsamında bilim insanlarınca bilimsel bilginin nasıl oluşturulduğu, oluşturulan bilginin geçtiği süreçleri ve yeni araştırmalarda nasıl kullanıldığı, sosyo-bilimsel konuları kullanarak muhakeme yeteneği, bilimsel düşünme alışkanlıkları ve karar verme becerilerini geliştirmeyi de amaçlamaktadır. Bu amaçların gerçekleştirilmesinde kullanılabilen ve tercih edilen yaklaşımlarından birisi de argümantasyondur.

MEB (2018) öğrencinin aktif, öğretmenin ise yönlendirici ve rehber olacağı benimsenen yaklaşım ve stratejiler arasında argümantasyonun önemli olduğunu vurgulamaktadır. Ayrıca MEB (2018) öğretmenden teşvik edici ve yönlendirici roller üstlenip, öğrencilerin kendi görüşlerini rahatça açıklayabilecekleri demokratik bir sınıf ortamı oluşturması ve böylece öğrencilerin kendi düşüncelerini rahatça ifade etmesine ortam sağlanması beklemektedir. Öğretmen, öğrencilerin araştırma ruhu ve duygusunu ve bilimsel düşünce tarzını geliştirmek için cesaretlendirir, öğrenci ise akranları ile birlikte bir bilgiyi araştırıp sorgularken etkili bir iletişim ve iş birliği içerisinde çalışır. Bu tarz sınıf ortamlarının oluşturulması ve bilimsel bilginin geçtiği süreçlerin öğrencilere kazandırılması bilimin ayrılmaz parçası olan argümantasyonun fen eğitimine entegre edilmesi ile mümkündür (Jimenez-Aleixandre ve Erduran, 2007). Öğrencilerin bilimsel düşünmeyi ve bilimi

anlayabilmeleri için argümantasyon becerilerine sahip olmaları önemlidir (Tümay ve Köseoğlu, 2011). Geleceğin liderleri ve karar verici olan öğrencilerin toplumsal problemler veya sorunlar karşısında açık bir şekilde fikirlerini ifade edebilen, düşünen, sorgulayan, alternatif çözüm yolları dahilinde karar verebilen bireyler olabilmeleri için ortaya konulan iddialar, gerekçeler ve argümanları değerlendirebilmeleri ve bu yönde yetiştirilebilmeleri gereklidir (Tümay ve Köseoğlu, 2011). Sürekli değişen ve gelişen dünyada bilimsel tartışmalara katılan bireylerin doğru kararlar alabilmeleri için argümantasyonun doğasını anlamaları ve bilimsel bir tartışma pratiğinde argümantasyonu uygulayarak deneyim elde etmeleri gerekmektedir (Kaya ve Kılınç, 2008). Argümantasyon sürecinde ortaya konulan müzakere ve fikir paylaşımları öğretme sürecinde argümanların yapılandırılmasını ve böylece öğrenmelerinde yapılandırılmasını, kavramların öğrenilmesini ve karşılıklı diyaloglar kurarak fikirlerin paylaşılmasını sağlar (Günel, Kırgın ve Geban, 2012).

Fen eğitiminde bireylerin doğayı anlamaları ve doğal olayları sorgulamaları, bilim insanlarının keşifler yaparken kullandıkları metotları anlamaları ve bilimsel bilgiye bakış açılarının gelişimi hedeflenmektedir. Aynı zamanda fendeki kavramların öğretimi de argümantasyonun kullanımıyla daha etkili gerçekleşebilir. Yani fen eğitiminde öğretilen kavramların hemen hemen hepsi tartışmaya açık, deneysel metoda dayalı, bilgi ve iddiaları oluşturma ve bunun haklılığını ortaya koyma gibi argümantasyon süreçlerini kullanarak kazandırılacak kavramlardır (Jimenez-Aleixandre, Rodrigues ve Duschl, 2000).

Fen eğitiminde argümantasyonun önemini Norris ve Phillips'in (2003) bilim okuryazarlığı ile ilgili tartışmalarında da vurgulamıştır. İki tür bilim okuryazarlığı tanımından bahsedilir. Bunlar temel bilim okuryazarlığı ve türetilmiş bilim okuryazarlığıdır. Temel bilim okuryazarlığı bilimsel argümanları anlama, yorumlama, kalitesini belirleme, güçlü ve zayıf yönlerini belirleme iken türetilmiş bilim okuryazarlığı bilimsel süreç becerilerini uygulayabilme, kavramsal anlama, bilim ve teknoloji arasındaki ilişki ve bilim tarihini içermektedir. Geçmişte türetilmiş bilim okuryazarlığı kullanımına odaklanılırken günümüzde daha çok argümantasyonu da kapsayan temel bilimsel okur-yazarlığı ön plana çıkmaktadır. Öğrencilerin bilimsel argümanları anlama, kalitesini ve güçlü zayıf yönlerini belirlemeleri bu yüzden önemlidir.

Argümantasyon fen eğitimi ve bilimsel okuryazarlığın merkezindedir (Newton, Driver ve Osborne, 1999) Bilim genel uyum ve kabullerden ziyade anlaşmazlıklar, münakaşalar, tartışmalar ile ilerler. Latour ve Woolgar (1986) "Laboratuvar Yaşamı" kitabında bilim

insanlarının basit gözlem ve ölçmeler ile değil tartışma ve ikna etme yoluyla bulgulara ulaştıkları belirtilmektedir. Gerçekleştirilen deneylerin doğruluğundan yorumlara, bilgi iddialarının geçerliliğine bilim tartışmalar, kanıtlar, destekleyiciler ve çürütücüler ile ilerler. Argümantasyonda bilimsel tartışmaların yanında dil kullanımı becerileri de önemlidir. Sosyodilsel bakış açısından her disiplinin dilini bilme ve o disiplinde dili kullanma önemlidir (Kaya ve Kılınc, 2008). Öğrenciler argümantasyonda sadece bilişsel becerilere değil argümantasyonu yapılandıracak sosyal becerilere de sahip olmalıdırlar (Driver, vd., 2000). Özellikle fen bilimlerinde küçük yaşta çocukların bilimsel olayları düşünme, yorumlama, tartışma konusunda konuşma tartışma anlamlar oluşturma noktasında hem yazma hem konuşma sürecine aktif katılmaları önemlidir (Driver, Asoko, Leach, Mortimer ve Scoott, 1994). Argümantasyon bireylerin öğrenme ortamına katılımı artırarak etkin öğrenme ortamı sağlar (Günel ve diğ, 2012).

Ford (2008) bilim öğretiminde temel hedeflerin sadece söyleneni uygulayan bireyler değil aynı zamanda güçlü sosyal becerilere sahip, işbirliği ve iletişim içerisinde olan doğru bilgiyi seçebilen, sorgulayabilen ve toplayabilen bireyler yetiştirilmesi olduğunu belirtmiştir. Bilimsel bilginin sosyolojik olarak oluşturulması sürecini deneyimleyen bireyler yaparak yaşayarak diğer öğrenme deneyimlerini sorgulayıp mantık ilişkileri kurarlar ve bu şekilde alan bilgisini de derinlemesine oluştururlar (Yeşildağ-Hasançepi ve Günel, 2013). Öğrencilerin müzakere sürecinde fikirlerinde ortaya çıkan ayrılıklar süreçteki motivasyonu sağlamak açısından önem teşkil etmekle birlikte her öğrenci kendi fikirlerini ifade etme yönünde cesaretlendirilmelidir (Günel ve diğ, 2012). Argümantasyon öğrencileri aktif kılarak, derinlemesine anlamalar sağlayarak açıklamalar oluştururken meraklı olmalarını cesaretlendirmekte hataları inceden inceye gözden geçirerek çözmek için öğrencilere fırsatlar sunmaktadır (Kaya ve Kılıç, 2008).

Driver ve diğerlerine (2000) göre fen eğitiminde argümantasyon kullanımının üç önemli etkisi olduğunu belirtmiştir. Bunlar: a) kavramsal anlamayı geliştirmek, b) araştırma yeteneğini geliştirmek c) bilimsel bilginin doğruluğunun sorgulanmasını geliştirmek olarak sıralanabilir.

Jiménez-Aleixandre ve Erduran (2007)'a göre fen eğitiminde argümantasyon etkinlikleri kullanımı yapılandırmacı ve işbirliğine dayalı öğrenme ile birlikte kavramların yerleştirilmesini sağlayarak ve bireylerin kendi öğrenmelerinden sorumlu olduğu bilişüstü perspektife geçişi sağlar. Aydın (2013) hizmet içi öğretmen eğitiminde argümantasyona

dayandırılarak işlenen derslerin bilişüstü ve mantıksal düşünme becerilerini olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşmıştır. Yapılan çalışmalar argümantasyona dayalı işlenen derslerin öğrencilerin akademik başarılarını ve kavramsal anlamalarını arttığını göstermiştir. Örneğin Türkoğuz ve Cin (2013) “yaşamımızdaki elektrik” konusunda argümantasyona dayalı kavram karikatürleriyle işlenen derslerin 7. Sınıf öğrencilerin kavramsal anlamalarını arttırdığı ve kavramları daha iyi yapılandırdıkları sonucuna ulaşmıştır. Benzer şekilde farklı çalışma bulguları da argümantasyona dayalı olarak gerçekleştirilen öğretimin kavramsal anlamayı ve akademik başarıyı olumlu yönde etkilediğini göstermektedir (Aktaş ve Doğan, 2018; Demir ve Gönen, 2019; Koçak, 2014; Ulu ve Bayram, 2015). Bunun yanında argümantasyon sürecinde ortaya konulan müzakere ve fikir paylaşımları öğrencilerin öğrenmelerine problem teşkil eden yanlış kavramları ve eski öğrenmeler ile yeni öğrenmeleri arasındaki uyumsuzlukları ortaya çıkarır (Günel ve diğ., 2012). Bu sayede fen eğitimindeki bazı öğrenme problemlerinin çözülmesi, öğrenme zorluklarının giderilmesini ve öğrenme sürecinin argümantasyonla desteklenerek fen kavramlarının daha iyi anlaşılmasını kolaylaştırır (Aydın, 2013). Farklı araştırma bulguları argümantasyonun kavram yanlışlarını belirlemede ve gidermede başarılı olduğunu göstermektedir (Aslan, 2010; Cömert, 2019; Demirel, 2016).

Fen eğitiminde argümantasyon kullanımı öğrencilerin araştırma yeteneklerinin geliştirmede de olumlu katkıda bulunmaktadır. Bilimsel araştırmanın amacı doğayı anlamak, ortaya iddialar sunmak ve doğruluğunu araştırıp bunların haklılığını ortaya koymak olduğu için bu süreçte argümantasyon önemli bir yere sahiptir (Kaya ve Kılıç, 2008). Bilimsel bilginin oluşturulmasında gerekçeler ve teorilerin ayırt edilmesi önemlidir (Tümay ve Köseoğlu, 2011). Bilimsel bilginin oluşturulmasını sağlayan argümantasyon sürecinde öğrenciler kanıtları ve destekleri ile uygun olanını seçerek oluşturdukları iddialarla ilişkili argümanları kullanan bilim insanları gibi teorilerin, açıklamaların ve modellerin yapılandırılmasını öğrenirler (Erduran, Simon ve Osborne, 2004). Bu alışkanlıklara bilim insanı zihin alışkanlıkları diyebiliriz. Bu tür zihinsel alışkanlıkların argümantasyon ile ilişkili olduğu düşünülmektedir ve öğrenciler argümantasyon sürecini deneyimleyerek bu tür zihin alışkanlıklarına sahip olurlar (Tümay ve Köseoğlu, 2011). Yapılan araştırmalar argümantasyonun öğrencilerin bilim insanı imajlarını ve bilimsel süreç becerilerini içeren araştırma yeteneklerini geliştirdiğini göstermektedir (Aslan, 2016; Bilir, Tatlı, Yıldız, Emiroğlu, Ertuğrul ve Sakmen, 2020; Çekbaş, 2017; Er ve Kırındı; 2020).

Yapılan araştırmalar fen eğitiminde argümantasyon kullanımının bireylerin bilimin doğası anlayışlarını geliştirdiğini göstermektedir. Cengiz ve Kabapınar (2017) fen

öğretiminde argümantasyon eğitiminin öğretmen adaylarının bilimin doğası anlayışlarını olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşmıştır. Sağır ve Kılıç (2013) bilimsel tartışma yöntemiyle işlenen derslerin ilköğretim öğrencilerinin bilimin doğası ile ilgili kavramları anlama düzeylerini arttırdığı sonucuna ulaşmıştır.

2.2.2. Argümantasyon uygulama modelleri

Alanyazın incelendiğinde farklı argümantasyon tanımlamaları ve buna bağlı olarak farklı argümantasyon oluşturma modelleri görülmektedir. Aşağıda alanyazında en yaygın olarak kullanılan argümantasyon modelleriyle ilgili genel bilgiler sunulmuştur.

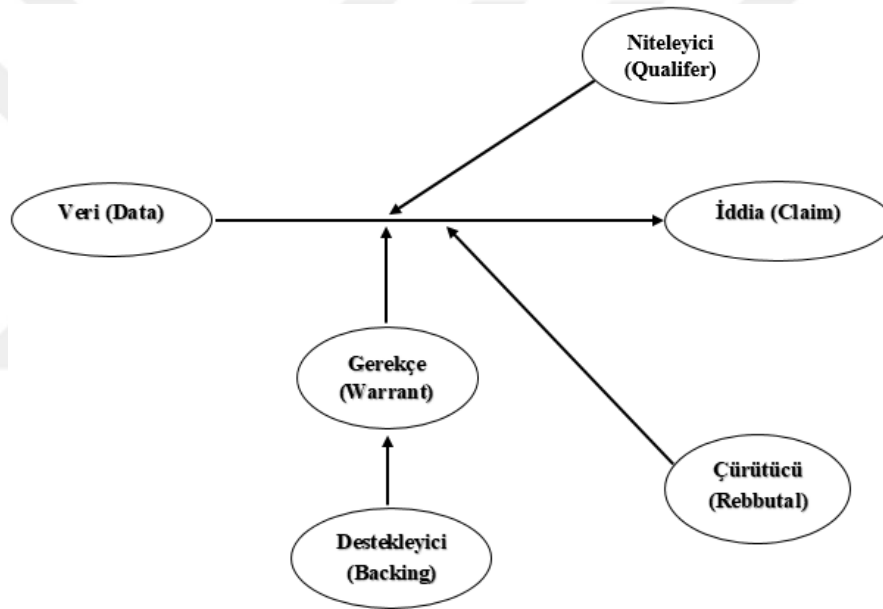
Toulmin argümantasyon modeli

Tartışma yaklaşımları mantıksal, retorik, diyalektik olmak üzere sınıflandırılmıştır (Brockriede, 1980). Wenzel (1990) ise tartışmaları işlevlerine göre dil ürünü, tartışma süreci ve tartışmayı düzenleyici işlemler olarak sınıflandırmıştır. Ürüne odaklanan mantıksal yaklaşımda, “Tartışma hangi ölçütler bağlamında geçerli veya yeterli hale gelir?” sorusu önemli iken, sürece odaklanan retorikte daha çok “Karşıdaki kişi nasıl ikna edilebilir?” sorusu önemlidir. Tartışmayı düzenleyen işlemlere odaklanan diyalektik yaklaşımda ise tartışma ilişkilerinin düzenlenmesi önemlidir (Aldağ, 2006). Tartışma yaklaşımları içerisinde mantıksal yaklaşımı ve mantıksal yaklaşım içerisinde geleneksel tümevarım ve tündengelimlerden oluşan mantıksal yaklaşım türlerinden olan formal yaklaşımı reddeden Toulmin, mantıksal informal yaklaşımı savunmaktadır. Mantık ve eleştirel düşünme ortak zeminine sahip informal yaklaşım görüşlerin, fikirlerin, düşüncelerin, bilgilerin geçerliliğinin araştırılmasıdır (Johnson ve Blair, 1996). İnfomal mantık alanında yayınlanan ilk ders kitaplarından biri olan “The Uses of Argument” kitabında Toulmin (1958) tartışmanın doğal süreçte nasıl oluştuğunu anlatmak üzere bir argümantasyon modeli geliştirmiştir. Bu modele TAP (Toulmin Argumentation Pattern) Toulmin Argümantasyon modeli adı verilmektedir. Toulmin (1958)’e göre argümantasyon ortaya konulan iddianın geçerliliğinin gerekçeler ortaya koyarak veriler ile desteklenmesi sürecidir. Toulmin argümantasyon modeli, öne sürülen bir argümanın, analizini yapmak, argümantasyonun oluşturulduğu ögeleri ve bu ögeler arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarmak amacıyla kullanılan bir araç olarak geliştirmiştir (Driver ve diğ., 2000). Toulmin’in geliştirdiği model ortaya konulan argümanın birbirini tamamlayacak şekilde hangi ögelerle ilerlediğini öngörür niteliktedir.

Toulmin’ın (2003) önerdiği modelde bir argümantasyon 6 ögeden oluşmaktadır. Bu ögelerden temel ögeler veri, iddia ve gerekçe ögeleridir. Yardımcı ögeler ise çürütme, destekleyici ve sınırlayıcı ögeleridir. Toulmin (1958) bir argümanı bir iddia ve iddiayı

açıklayan gerekçe olarak tanımlamıştır. Jimenez-Aleixandre ve Erduran (2007)'e göre argümantasyon gerekçeler aracılığıyla veri ve iddia arasında bağlantı kurmaktır. Toulmin'nın argümantasyon modeline göre bir argümantasyon birbirine bağlı bir dizi iddia, bu iddiayı destekleyen veriler, veri ve iddia arasında bağlantıyı sağlayan gerekçeler, gerekçeleri güçlendiren desteklemeler, iddianın geçerli olduğu durumu sınırlayan niteleyici ve iddianın geçersiz olduğunu durumları açıklayan çürütücülerden oluşmaktadır (Erduran ve diğ., 2004).

Toulmin'nın argümantasyon modeline göre bir argümantasyonu oluşturan ögeler iddia (claim), veri (data), gerekçe (warrant), destekleyici (backing), sınırlayıcı/niteleyici (qualifier) ve çürütme (rebuttal) ögelerinden oluşmaktadır. Bu ögeleri gösteren Toulmin'nın (1958) argümantasyon modeli Şekil 2.1.'de verilmiştir. Bu ögeler ve açıklamaları şu şekildedir:



Şekil 2.1. Toulmin argümantasyon modeli (Toulmin, 1958).

İddia (claim): Sahip olunan bakış açısını temsil eden bir sonuç, hipotez yada fikirdir. Bireylerin desteklediği savunduğu olgu, fikir verilerle desteklenen sonuçtur. (Driver ve diğ., 2000).

Veri (data): İddianın dayandığı gerçekler veya iddiayı destekleyen gerçeklerdir. Varsayıma dayalıdır, iddiayı desteklemeye yönelik zemin veya olgulardır, problem durumunda verilir (Driver ve diğ., 2000) .

Gerekçe (warrant): Veriler ve iddialar arasındaki ilişkinin kanıtlanmasını sağlayan nedenlerdir. İddia ve veri arasında kurulan genel hipotetik bağlantı köprülerdir (Driver ve diğ., 2000; Toulmin, 1958).

Destekleme (Backing): Belirli dayanakları gerekçeleri kanıtlamayı doğrulamayı sağlayan temel kabuller, varsayımlardır (Erduran, ve diğ., 2004; Driver ve diğ., 2000).

Niteleyici/Sınırlayıcı (Qualifiers): Bir iddiadaki kısıtlamalar ve sınırlılıklardır. İddianın geçerli olduğu doğru sayılabileceği kesinlik durumlarını ve iddianın sınırlılıklarını belirleyen ifadelerdir (Driver ve diğ., 2000). Niteleyiciler tartışmanın gücünü kesinlik ölçüsünü gösteren, gerekçenin gerçeklik olasılığı ifadeleridir. Örneğin genellikle, kesinlikle, olasılıkla, sıklıkla, nadiren gibi ifadelerdir (Secor, 1987).

Çürütücü (Rebuttal): İddianın geçersiz, doğru sayılamayacağı durumları içeren ifadelerdir. Diğer varsayımların tersini iddia eden yada onları geçersiz kılan kanıtlardır (Driver ve diğ., 2000; Toulmin, 1958).

Toulmin (2003)'e göre argümantasyona dayalı bir etkinlik gerçekleştirilirken: I) problem durumunun ortaya atılması, II) ortaya atılan argümanların dayanaklarının araştırılması, III) desteklenmeyen argümanların elenmesi, IV) desteklenen argümanların bütünleştirilmesi ve V) argümanların sağlamlaştırılması şeklinde aşamalar izlenmelidir.

Toulmin argümantasyon modeli fen eğitiminde eleştirel bir sınıf ortamı içerisinde sıklıkla kullanılan bir modeldir. Toulmin modeli aslında soyut bir kavram olan tartışmayı öğelerine ayırarak öğelerin birbirleriyle ilişkisini şematize etmektedir (Koçak, 2014). Argümantasyon sürecinde öğrenciler aktif tartışma ortamına katılarak fikir paylaşımı sağlarlar. Argümantasyonun öğrencileri ders sürecine katarak aktif katılımı sağlaması önemlidir. Öğrenciler fikir paylaşımı yaparak önceki bilgilerinin doğrulama ve bu sayede yeni bilgilerinin yapılandırma fırsatına sahip olurlar. Böylece kavram yanlışları da giderilir (Cross, Taasobshirazi, Hendricks, ve Hickey, 2008). Argümantasyon bilimsel okuryazarlığı, eleştirel düşünmeyi, iletişim becerileri geliştirir. Ayrıca bilişsel ve metabilşsel süreçleri ve bilimsel düşünmeyi destekler ve fen kültürünün edinilmesini sağlar (Jimenez-Aleixandre ve Erduran, 2007).

Bilimsel bir forma sahip olan bu konuşma veya yazma sürecinde öğrencilerin karşı gelen bir iddiayı kanıtları ile çürütebilmesi üst düzeyde güçlü argümanlar kurduğu anlamına gelmektedir (Obsorne, Erduran ve Simon, 2004). Toulmin'in argüman öğelerinden olan veri ve gerekçelere karşı olan çürütmelerle desteklenen tartışmalar diğer tartışmalara göre daha kalitelidir. Karmaşık ve zor beceriler gerektiren çürütmenin bir iddiada yer alması argümantasyonun yalnızca veri ve gerekçelerden oluşan tartışmalara göre daha kaliteli

olmasını sağlar. Yani çürütme ve nitelleyiciler argümanın gücüne ve geçerliliğine etki etmektedir. Öğrenciler arasında muhalefetin açıkça belli olduğu tartışmalarda iddiaya karşı karşı argüman içeren düşük seviyeli argümanların çürütme içeren yüksek seviyeli argümanlardan farklı olduğu belirtilmektedir. O halde iddiaya karşı olan veri ve gerekçe içeren karşı argümanların çürütmeler içeren yüksek seviyeli argümanlarla karıştırılmaması gerekir (Simon, 2008).

Öğrenciler argümantasyon sayesinde akıl yürütme becerileri kazanırlar. Argümantasyon sürecinde karşıt argümanların oluşturulması karşıdaki kişinin düşüncelerinin de analiz edilmesi fırsatı sunar (Koçak, 2014). Tartışmaların analizi ve tartışma seviyelendirilmesinde sıklıkla kullanılan Toulmin argümantasyon modelinin sınırlılıkları şunlardır:

- Tartışmanın analiz edilmesinde bazı kavramların tartışmada belirsizliğe yol açması nedeniyle tartışma öğelerinin (veri, iddia, gerekçe vb.) belirlenmesi her zaman net olarak belirlenmemektedir (Driver ve diğ., 2000).
- Aynı ifade farklı bir içerikte farklı manaya gelebilir, bu nedenle anlamlandırma adına içeriğin dikkate alınması gerekmektedir (Koçak, 2014).
- Toulmin argümantasyon modeline göre tartışma öğelerinin analizinin farklı alanlara göre belirlenmesi (hukuk, biyoloji, psikoloji vb) bu alana ait farklı kavramların argümantasyon analizinde kullanımını gerekli kılmaktadır. Bu sorun Toulmin argümantasyon modeline göre öğelerin belirlenmesi ve tartışmanın analiz edilmesini güçleştirir. Genel becerilerin ancak anlam içerisinde anlamlı olabileceği düşünülürse Toulmin'in modelinin tüm alanlarda geçerli olacağı söylenemez. Bu anlamda tartışma alanının kendi tartışma alanında anlam ifade edebileceği belirten Willard (1982) tartışma alanları (argument fields), McKerrow ise (1980) tartışma toplulukları (argument communities) kavramlarını kullanmıştır (Akt: Aldağ, 2006).
- Bu model argümantasyonun yapısının analizini yapmakla birlikte argümantasyonun doğruluğu hakkında bir fikir vermemektedir (Driver ve diğ., 2000). Model tartışmanın içeriğiyle çok az ilişkili olup yapıya odaklanır (Simon, 2008).
- Bu model tartışmalarda sadece fikirlerin sözel boyutunu dikkate alıp, tartışmaların sözel olmayan jest, mimik gibi mesajlarını ve duygusal ve görsel açıdan boyutları yani argümanların beden dili açısından değerlendirilmesinde yetersiz kalmaktadır (Driver ve diğ., 2000; Paglieri, 2006).

- Modelde tartışmanın sosyal-politik ve kültürel boyutları ihmal edilmiştir (Paglieri, 2006).
- Bu modelde farklı bağlamların farklı geçerlilik ölçütleri gereklidir (Paglieri, 2006).
- Retorik tartışmaları temel alan Toulmin'ın argümantasyon modeli uzun diyalektik karmaşık tartışmaların analizinde yetersizdir (Aldağ, 2006).
- Modelin deneysel modelin uygulanmasında sınırlılıklar sağlar (Paglieri, 2006).

Erduran, Simon ve Osborne'un argümantasyon seviyeleri modeli

Toulmin argümantasyon modelinin yanında argüman yapılarının analizini yapan farklı modeller de geliştirilmiştir. Argümantasyon sürecinde ortaya konulan iddiaya karşı ortaya koyulan alternatif fikirler argümantasyonun kalitesini belirlemede önemlidir (Jimenez-Aleixandre ve Erduran, 2007). Bu noktada oluşturulan argümantasyon süreçlerinin değerlendirilmesine yönelik farklı analitik rubrikler geliştirilmiştir. Erduran, Simon ve Osborne (2004) "Fen Derslerinde Argümanların Kalitesini Arttırılması" adlı projede tüm sınıf ve küçük grup tartışmalarını analiz etmek için 5 seviyeden oluşan bir analitik çerçeve geliştirmişlerdir. Öğrenciler argümantasyon sürecinde argüman oluştururken konuyu da öğrenirler, sadece öğrenmek için geçerli argümanlar oluşturamazlar. Bu çerçevede argümantasyon seviyeleri modeli içerikten ziyade yapısal karmaşıklığa ve gerekçelendirmenin önemine vurgu yapmaktadır (Sampson ve Clark, 2008). Bu araştırmada da kullanılan Erduran ve diğerleri (2004) tarafından geliştirilen argümantasyon seviyeleri modeli öğrencilerin argümantasyon becerilerinin belirlenmesi için argümantasyon kalitelerini analiz etmektedir. Toulmin argümantasyon modeli temel alınarak geliştirilen rubrikte (modelde) çürütmelerin yer alması argümantasyonun daha kaliteli olduğunu göstermektedir. Modelde seviyeler oluşturulurken iddia, veri, gerekçe, destekleme ve çürütme öğeleri dikkate alınmıştır. Argümantasyonların kalitesinin belirlenmesinde sadece çürütme ögesi bulundurulması önemsizdir, bunun yanında her bir seviyede Toulmin'in ortaya koymuş olduğu argümantasyon öğelerini bulundurma durumu da kalite ölçütü olarak göz önünde bulundurulur (Soysal, 2012). Ancak beş seviyeden oluşan bu rubrikte ileri kalitede argümantasyon oluşturulabilmesi için çürütmenin önemi net bir biçimde ifade edilmiştir.

STEM odaklı argümantasyon yaklaşımı

MEB (2018) öğretim programında yapmış olduğu değişiklikle birlikte öğrencilerin fen, mühendislik, girişimcilik uygulamaları kapsamında konu alanıyla ilgili günlük hayattan bir ihtiyaç yada problemi tanımlamaları, problemin çözümü için alternatif çözüm yolları içerisinde en uygun olanını seçmeleri ve bir ürün ortaya koymalarını beklemektedir. Fen

bilimleri dersi öğretim programında bilimin uygulama ve ekonomik girdi üretme niteliği önemszenmiştir. Bu bağlamda programda her bir ünite, konu, kazanımla ilgili günlük yaşam problemleri ve ihtiyaçlarına yönelik teknolojiler üretilmesini benimseyen bir yaklaşım benimsenmiştir. STEM yaklaşımında fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin bütünleştirilerek günlük yaşam problemine çözüm üretilmesi hedeflenmektedir. Bu kapsamda MEB (2018) öğrencilerden bilimsel bilgiyi mühendislik uygulamalarıyla bütünleştirip ürüne dönüştürmelerini ve yıl sonunda okul paydaşlarına ürün olarak sunmalarını istemektedir. Aynı zamanda MEB (2018) müfredatında öğrencilerin düşüncelerini rahatlıkla ifade edebilecekleri, fikirlerini farklı gerekçelerle destekleyebilecekleri, arkadaşlarının ortaya koydukları argümanlara karşıt argüman geliştirebilecekleri ve bilimsel olguların kar-zarar ilişkilerini tartışabilecekleri bir ortam oluşturulması hedeflenmektedir. Argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımı, öğrencilerin müzakere içerisinde ortaya koydukları iddiaları kanıtlar eşliğinde sunmalarını hedefler. Öğrencilerin bir problem durumuna çözüm olarak geliştirilen iddianın kanıtlarını sunmaları önemlidir. STEM'in de öncelikli amaçlarından biri "gerçek yaşam problemlerinin" çözümünün sağlanmasıdır (Gülen, 2016). Sorunun çözümü için bireyler birden fazla çözüm yolu sunabilirler, bu kapsamda bilimsel olarak "bir problemin birden çok çözüm yolu olabilir" olgusundan yola çıkılarak STEM yaklaşımının derslere entegrasyonunda argümantasyonun kullanılabilir olduğu anlaşılmıştır (Gülen ve Yaman, 2018a; Honey, Pearson ve Schweingruber, 2014). STEM yaklaşımına argümantasyon entegre edilmesi öğrencilerin problemlere çözüm bulmada daha yetkin olmalarını sağlar (Altun ve Yıldırım, 2015).

Öğrenciler bir problem durumunu müzakereler, tartışma ve kanıtlar kullanarak argümantasyon modeli ile inceleyebilirler. Aynı zamanda bir probleme fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin bütünleştirilmesini öngören STEM yaklaşımını kullanarak da çözüm üretilebilir (Gülen, 2016). Argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımında problemin çözümü için ortaya konulan iddianın güçlü veriler ile desteklenerek kanıtlanması önemlidir. STEM yaklaşımında da bir problemin çözümü için farklı disiplinlerin bir arada kullanılarak çözüm yolu geliştirilmesi ve seçilen çözüm yolunun en etkili çözüm yolu olması önemlidir (Gülen, 2016). Bu noktada STEM yaklaşımının kullanımında argümantasyonun uygun bir zemin sunduğunu söyleyebiliriz. STEM odaklı argümantasyon modelinde ortaya konulan çözüm yolu veya iddianın güçlü gerekçelerle desteklenmesine olanak sağlanır (Baydar, 2018). STEM yaklaşımında çözüm yolunun kanıtlarla desteklenmesi önemlidir. STEM yaklaşımında bir problemin çözümünde STEM disiplinlerinin

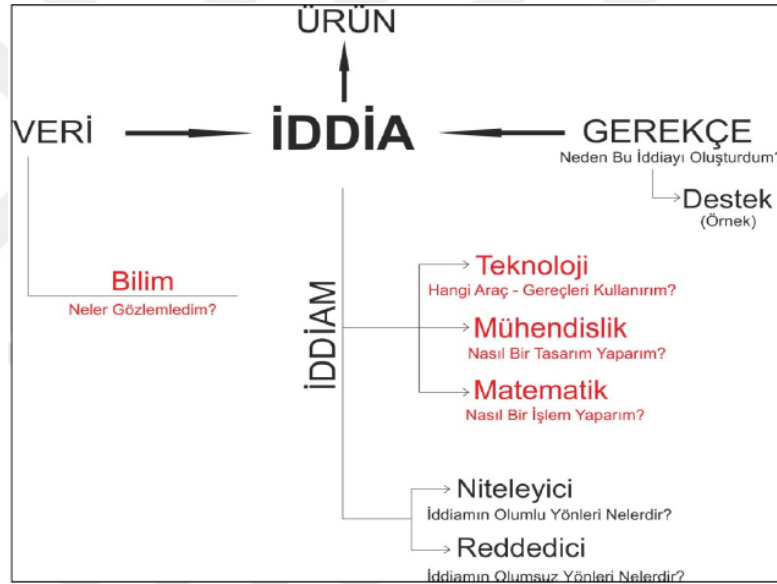
bütünleştirilerek kullanılması, argümantasyonun bize sunduğu gibi çözümün kanıtlarla desteklenmesini sağlar. Argümantasyon yaklaşımında da iddianın kanıtlarla desteklenmesi önemlidir. Çözüm yolunun kanıtlarla desteklenmesi ve iddianın desteklenmesi amacıyla STEM yaklaşımına argümantasyon entegre edilmesi bu anlamda bizlere birçok fayda sağlamaktadır (Demircioğlu ve Uçar, 2014; Gülen, 2016).

STEM odaklı argümantasyon, STEM disiplinlerinden fen, teknoloji,

ve matematik disiplinlerinin bütünleştirilmesiyle bir problemin çözüm süreci içerisinde problemin çözümü için argüman oluşturulması ve fikirlerin tartışılmasına bağlam oluşturur. (Ceylan, 2014). Bu bağlamda STEM disiplinine argümantasyonun entegre edilmesi yarar sağlayacaktır. STEM disiplinlerinden mühendislik, bir problem durumunun çözümü için ihtiyaçları ve durumun sınırlılıkları göz önünde bulundurularak çözümlerin yada tasarımların haklılığı ve geçerliliğine yönelik argümanların geliştirilmesini içerir (Ball, Beckett ve Isaacson, 2015). STEM yaklaşımına argümantasyonun entegre edilmesiyle öğrencilerin gerçekleştirdikleri tasarımlarla ilgili yapılan yanlışlar ve eksikliklerin tespit edilmesi sağlayarak değiştirmelerine ve öğrenmelerin anlamlı olmasına katkı sağlanır (Yıldırım, 2016). Bu kapsamda yapılan çalışmalar STEM odaklı argümantasyon yaklaşımının öğrencilerin akademik başarılarını (Gülseven, Tüysüz ve Soylu, 2021; Demirel, 2021; Uçar, 2019), eleştirel ve yaratıcı düşünme gibi 21. YY becerilerini (Baydar, 2018; Demirel, 2021; Kutru, 2022; Uçar, 2019) argümantasyon becerilerini (Tuğ, 2020) ve STEM kariyer ilgilerini (Uçar, 2019) olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Öğrencilerin 21. YY becerilerine sahip bireyler olarak yetiştirilebilmesi için öğretmenlerin geleneksel inanış ve uygulamalardan uzak, çağdaş yaklaşımları etkin bir şekilde kullanabilme ve uygulayabilme becerilerine sahip olmaları gerekmektedir (Duran ve Dökme, 2018). Bu kapsamda öğretmenler yetiştirilirken çağdaş yaklaşımları uygulamaya yönelik bakış açısı kazanacakları gerekli kaynakların sağlanıp argümantasyon ve STEM yaklaşımı entegre etmeyi teşvik edecek bu tarz çalışmaların yapılması önemlidir (Yıldırım ve Nakiboğlu, 2014).

Toulmin'in modelinde öğrencilerin müzakereler yoluyla bir probleme çözüm üretebilmesi için bir konunun yazarak-tartışarak çözümlenmesi ve çözüm önerisinin-iddianın gerekçeleri ile savunulması hedeflenir. Toulmin'in geliştirdiği modelde kanıtların desteklenmesinde fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin de entegre edilmesinin sağlanması için argümantasyon sürecine STEM yaklaşımının entegre edilmesini önemlidir. Bu entegrasyonun nasıl yapılacağı ile ilgili az sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu

çalışmalardan birinde Gülen (2016) doktora tezi kapsamında STEM entegreli argümantasyon modeli önermiştir. Geliştirilen bu STEM entegreli argümantasyon modelinin argümantasyondan farkı bu modelin iddianın desteklenmesi için farklı disiplinlerin kullanılarak güçlendirilmesini kapsamaktadır. Bu model Toulmin (1958)'nin modeli ve STEM yaklaşımından yola çıkılarak geliştirilmiştir. Bu modelde öğrencilerin iddialarını kanıtlamak için bir ürün geliştirmeleri beklenir. Her öğrenci grubu kendi iddiası doğrultusunda gerekli olan araç gereçleri belirledikten sonra iddialarını doğrulayan modeli tasarlayıp test ederler. Bu modelde öğrenciler öncelikle karşısına çıkan örnek olayla ilgili veriler toplarlar, bu verilerden yola çıkarak uygun araç gereçleri belirlerler ve tasarım yaparlar. Bu tasarım üzerinden işlem yapılarak iddia oluşturulduğunda iddiaların gerekçeleri ve olumlu olumsuz yanları da belirlenebilmektedir. Son aşamada ise uygun araç gereçleri kullanarak tasarımlarını ürüne dönüştürürler (Gülen, 2016). Bu modelin şekli Şekil 2.2.'de aşağıda verilmiştir.



Şekil 2.2. Fen eğitiminde STEM entegreli argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımı modeli (Gülen, 2016, s.59).

STEM entegreli argümantasyon modelinde:

İddia: Problemin çözümü için öne sürülen görüş veya açıklamadan oluşturmaktadır.

Veri: İddiayı desteklemek için kullanılan olgu ve gözlemlerin bütününden oluşur.

Gerekçe: Veri ile iddia arasında bağlantı kuran nedenlerdir.

Destek: Günlük hayattan verilen örneklerdir.

Niteleyici: İddiyanın geçerli olduğu durumları içerir.

Reddedici: İddianın geçersiz olduğu durumları içerir.

Teknoloji: Yapılacak üründe kullanılan araç gereçlerdir.

Mühendislik: Yapılacak ürünün tasarımı ve var olan teknoloji ile planlanmasıdır.

Matematik: Geliştirilen ürün üzerinden problemin çözümünde yapılacak işlemlerdir.

Ürün: Öğrencilerin mühendislik ve matematikten elde ettiği veriler ile teknolojiyi de bütünleştirerek yaptığı somut modellerdir.

Bilim: Yukarıdaki tüm basamakları kapsayan kapsayıcı bir kavramdır.

Bu modele göre “Çalışmada neler gözlemlenmiştir?” sorusu bilim/fen’in entegre edilmesini destekleyerek veri ögesinin oluşmasını sağlar. “Problemin çözümü için hangi araç gereçleri kullandım?” teknoloji entegresini, “Problemin çözümünde nasıl bir devre tasarladım?” mühendislik entegresini, “Problemlerin çözümünde nasıl bir işlem yaparım” matematik disiplini entegresini sağlayarak iddia ögesini oluşturur (Gülen, 2016).

2.3. İlgili Araştırmalar

Bu bölümde bu çalışmanın amaçlarıyla örtüşecek şekilde öğretmenlerin STEM farkındalıkları, STEM yaklaşımlarıyla ilgili görüşleri ve STEM odaklı argümantasyon becerileri üzerine alanyazında gerçekleştirilen çalışmalar incelenmiş ve bulguları sunulmuştur.

2.3.1. Öğretmen ve öğretmen adaylarının STEM farkındalıkları üzerine yapılmış çalışmalar

Bu çalışmanın alt amaçlarından biri fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarının belirlenmesidir. Bu kapsamda alanyazında öncelikle fen bilimleri öğretmen ve öğretmen adaylarını kapsamak üzere, öğretmen ve öğretmen adaylarının STEM farkındalıkları üzerine gerçekleştirilen çalışmaların bulgularına yer verilmiştir.

Şahin (2019) çalışmasında STEM ile ilgili etkinlikler hazırlayan fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarının, tutumlarının ve STEM ile ilgili görüşlerinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirdiği çalışmada karma araştırma yöntemini kullanmıştır. Gerçekleştirdiği çalışmanın örneklemini 34 fen bilgisi öğretmen adayı oluşturmaktadır. Çalışmanın ön test son test sonuçlarına göre katılımcıların STEM farkındalıklarının ve STEM tutumlarının son test lehine anlamlı bir farklılık oluşturduğu sonucuna ulaşmıştır. Bu bulgular

da STEM eğitimi almış ve STEM etkinlikleri geliştirmiş öğretmen adaylarının STEM ve STEM'in alt boyutlarına ilişkin olumlu tutum geliştirdiği ve STEM'e yönelik farkındalıklarını arttırdığını göstermektedir. Bununla birlikte katılımcıların STEM görüşlerinde de uygulama sonrasında olumlu düzeyde bir değişim meydana geldiği tespit edilmiştir.

Karakaya, Ünal, Çimen ve Yılmaz (2018) fen bilgisi öğretmenlerinin STEM farkındalıklarını belirlemek için yaptığı çalışmada katılımcıların STEM farkındalıklarının farklı değişkenlere göre nasıl değiştiğini belirlemeyi amaçlamıştır. Tarama yönteminin kullanıldığı bu çalışmaya 321 öğretmen katılmıştır. Çalışma sonucunda STEM farkındalıklarının cinsiyet, mesleki deneyim, hizmet içi kurs/seminer alma ve eğitim düzeyine göre anlamlı farklılık gösterdiği sonucuna ulaşmıştır. Ancak fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarında görev yapılan okul türü ve sınıflarındaki öğrenci sayısı ile anlamlı bir farklılık olmadığı sonucuna ulaşmışlardır.

Er ve Acar-Başegmez (2020) çalışmalarında öğretmen adaylarının STEM farkındalıkları ile STEM özyeterlilik inançları arasındaki ilişkiyi belirlenmesini amaçlamıştır. Nicel araştırma yönteminin kullanıldığı çalışmaya 371 fen ve matematik öğretmen adayı katılmıştır. Çalışma sonucunda öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarının iyi düzeyde olduğu, STEM farkındalıklarının cinsiyete göre kadınlar lehine anlamlı bir farklılık gösterdiği, sınıf düzeyi değişkeni açısından birinci sınıftan, üçüncü sınıfa gidildikçe arttığı sonucuna ulaşılmıştır. Öğretmen adaylarının STEM uygulamalarına ilişkin özyeterliliklerinin orta düzeyde olduğu ve STEM farkındalıkları ile STEM özyeterlilikleri arasındaki ilişkinin orta düzeyde olduğu sonucuna ulaşmıştır. Araştırma sonucuna göre STEM farkındalıkları STEM özyeterliliklerinin yordayıcısıdır.

Çevik, Danıştay ve Yağcı (2017) fen, matematik ve bilişim teknoloji öğretmenlerinin STEM farkındalıklarının farklı değişkenler açısından belirlemesi amacıyla yaptığı çalışmada nicel araştırma yöntemlerinden tarama yöntemini kullanmıştır. Çalışmanın örneklemini 118 öğretmen oluşturmaktadır. Bulgular katılımcıların STEM ile ilgili olumlu bakış açısını ölçen maddelere orta düzeyde katıldıklarını; STEM ile ilgili olumsuz bakış açısını ölçen maddelere ise çoğunlukla katılmadıklarını göstermektedir. Bu sonuç öğretmenlerin STEM'e yönelik farkındalıklarının orta düzeyde olumlu yönde olduğunu gösterirken diğer taraftan öğretmenlerin STEM'e yönelik olumsuz bakış açılarının düşük olduğunu göstermektedir.

Akgün ve Türel (2021) bilgisayar öğretim teknoloji eğitimi öğrencilerinin STEM farkındalık düzeylerinin tespiti ve farkındalıklarının cinsiyet ve sınıf düzeyi açısından değerlendirilmesi amacıyla yaptığı çalışmada nicel araştırma desenlerinden genel tarama yöntemini kullanmıştır. Çalışmanın örneklemini 169 Bilgisayar Öğretim Teknolojisi Eğitim Bölümü öğretmen adayı oluşturmaktadır. Çalışmanın bulguları katılımcıların STEM'in olumlu bakış boyutuna yüksek düzeyde katıldıklarını; olumsuz bakış açısı boyutuna ise orta düzeyde katıldıklarını göstermektedir. Bu durum STEM olumsuz bakış açısı boyutunda farkındalıklarının düşük düzeyde olduğu ve STEM ile ilgili yüksek düzeyde olumlu bir farkındalıklarının olduğunu göstermektedir.

Aşılıoğlu ve Yaman (2020) fen bilimleri, matematik ve sınıf öğretmenliği öğretmen adaylarının STEM farkındalık düzeylerinin belirlenmesi ve önerilerde bulunmak amacıyla yaptığı çalışmada tarama yöntemini kullanmıştır. Araştırmanın örneklemini 306 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Çalışmanın bulguları katılımcıların STEM'in olumlu bakış boyutuna yüksek düzeyde katıldıklarını; olumsuz bakış boyutuna ise yüksek oranda katılmadıkları göstermektedir. Bu sonuç öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarının ortalamanın üstünde yüksek düzeyde olumlu farkındalıklarının olduğunu göstermektedir.

Yaman ve Aşılıoğlu (2022) öğretmenlerin STEM'e yönelik farkındalıklarını, tutum ve sınıf içi uygulama özyeterlilik algılarının incelemek amacıyla gerçekleştirdikleri çalışmada betimsel araştırma yöntemini kullanmışlardır. Çalışmanın örneklemini ortaokullarda görev yapan 609 fen bilimleri, matematik, bilişim teknolojileri ve teknoloji öğretmeni oluşturmaktadır. Çalışma bulguları katılımcıların STEM eğitiminin “öğrenciye etkisi” boyutu ve “öğretmene etkisi” boyutu ile ilgili farkındalıklarının yüksek düzeyde olumlu, “derse etkisi” boyutunda ise farkındalıklarının orta düzeyde olumsuz (kararsız) olduğunu göstermektedir. STEM farkındalıkları ölçeğinin en yüksek ortalamaya sahip boyutu öğrenciye yönelik etkisi boyutu iken en düşük ortalamaya sahip boyut derse yönelik etkisidir. Çalışma bulgularına göre farkındalık ölçeğinin en yüksek ortalamasına sahip iki maddesi STEM eğitiminin öğrencilerin analitik düşünme ($\bar{X}= 4.12$) ve problem çözme ($\bar{X}= 4.10$) becerilerini geliştirmesidir. STEM farkındalıklarının en düşük ortalamaya sahip maddelerinin ise STEM eğitimi için üst düzey materyallere ihtiyaç olması ($\bar{X}= 2.37$) ve STEM eğitimi derste zaman kaybettirir ($\bar{X}=3.10$) maddeleri olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca çalışmada öğretmenlerin STEM eğitime yönelik tutumlarının olumlu olduğuna ve STEM eğitiminin sınıf içi

uygulamalarına yönelik özyeterlilik algıları ölçeğinin genelinde ve alt boyutlarında olumlu özyeterlilik algısına sahip oldukları sonucuna ulaşmışlardır.

Özdemir (2019) sınıf öğretmenlerinin FeTeMM farkındalık düzeyleri ve FeTeMM eğitimi uygulamaları ile ilgili görüşlerinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirdiği çalışmada hem nicel hem nitel yöntemleri bir arada kullanmıştır. Çalışmanın örneklemini 197 sınıf öğretmeni oluşturmaktadır. Çalışma bulguları FeTeMM farkındalığı olumlu bakış boyutu düzeyinin yüksek olduğunu; olumsuz bakış düzeyinin ise düşük olduğu görülmüştür. Çalışma sonucuna göre sınıf öğretmenlerinin FeTeMM genel farkındalık düzeylerinin ise yüksek seviyede olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca çalışma bulgularına göre sınıf öğretmenlerinin FeTeMM farkındalıkları ile cinsiyet, mezun olunan fakülte ve mesleki kıdem türüne göre farklılaşmadığı tespit edilmiştir. Çalışmanın nitel bulgularına göre sınıf öğretmen adaylarının FeTeMM eğitimi uygulamaları hakkında olumlu görüşe sahip oldukları belirlenmiştir.

Yaşar (2021) çalışmasında okul öncesi öğretmenlerinin FeTeMM farkındalıklarının cinsiyet, mesleki kıdem, mezun olunan okul, çalışılan yaş grubu, görev yapılan kurum ve FeTeMM eğitimi alma durumlarına göre etkisini nicel olarak, öğretmenlerin FeTeMM eğitimiyle ilgili görüşlerini ise nitel olarak incelemiştir. Çalışmanın örneklemini 217 okul öncesi öğretmeni oluşturmaktadır. Çalışmanın bulguları katılımcıların FeTeMM farkındalıkları “öğrenciye etkisi” boyutunun katılıyorum düzeyinde görüş bildirdikleri buna bağlı olarak FeTeMM’in öğrenciler üzerinde olumlu etkiye sahip olduğunu düşündüklerini göstermektedir. Katılımcıların FeTeMM farkındalıklarının “derse yönelik” boyutunun olumlu olduğu buna bağlı olarak FeTeMM’in derse yönelik etkisi görüşlerinin olumlu yönde olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Katılımcıların FeTeMM farkındalıklarının “öğretmene etkisi” boyutunun ise katılıyorum düzeyinde olduğu ve buna bağlı olarak okul öncesi öğretmenlerinin FeTeMM’in öğretmene olumlu etkilerinin olduğunu düşündükleri sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca çalışma sonucuna göre FeTeMM farkındalık düzeyi ile cinsiyet, mesleki kıdem, öğrenim durumu, çalışılan yaş grubu değişkenlerine göre anlamlı bir fark görülmezken, FeTeMM farkındalık görüşlerinin çalışılan kurum ve FeTeMM eğitimi alma durumlarına göre anlamlı düzeyde farklılık gösterdiğini tespit etmiştir.

Dönmez (2020) robotik kodlama eğitiminin sınıf öğretmeni ve fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM farkındalıkları, STEM’e yönelik tutumları ve fen eğitimi özyeterliliklerini incelemeyi amaçladığı çalışmasını karma araştırma yöntemini kullanarak 25 öğretmen adayı ile gerçekleştirmiştir. Katılımcıların STEM farkındalıklarının hem ön test hem son test

ortalamalarının ölçeğin genelinde “kesinlikle katılıyorum” düzeyinde olduğu belirlenmiştir. Ayrıca katılımcıların STEM farkındalıklarının son test ortalaması ön test ortalamalarından yüksektir. Bu sonuç öğretmen adaylarının robotik kodlama uygulaması öncesi ve sonrası STEM’e yönelik farkındalıklarının yüksek olduğunu göstermekle birlikte uygulama ile birlikte STEM farkındalıklarının da arttığını göstermektedir. Çalışmanın bulgularına göre katılımcıların STEM farkındalıklarının cinsiyet, bölüm ve sınıf değişkenlerine göre anlamlı olarak farklılaşmadığı tespit edilmiştir. Katılımcıların STEM tutumlarının ise ölçeğin geneli ve boyutlarında son testte daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının matematik dersine olan tutumlarının son test tutum ortalamalarının ön test tutum ortalamalarına göre yüksek olduğu görülse de matematik dersi tutumlarının diğer alt boyutlar kapsamında en düşük düzeyde olduğu belirlenmiştir. Çalışmanın bulguları deney grubuna uygulanan robotik kodlama etkinliklerinin öğretmen adaylarının STEM’e yönelik tutumlarını olumlu yönde geliştirdiğini göstermektedir. Son olarak çalışmasının bulgularına göre robotik kodlama etkinliklerinin fen öğretimi özyeterliliklerine etkisi olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Dadacan (2021) fen bilimleri, matematik ve sınıf öğretmen adaylarının STEM eğitimine yönelik özyeterlilikleri, farkındalıkları ve STEM uygulamalarını kullanmaya yönelim durumlarının çeşitli değişkenler açısından (cinsiyet, üniversite, öğrenim görülmekte olan bilim dalı) belirlenmesini amaçladığı çalışmada karma araştırma yöntemini kullanmıştır. Çalışmanın örneklemini 315 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Öğretmen adaylarının STEM özyeterliliklerinin branş değişkenine göre etkisi incelendiğinde fen bilimleri öğretmen adaylarının özyeterliliklerinin matematik öğretmen adaylarına göre; sınıf öğretmen adaylarının ise matematik öğretmen adaylarına göre pozitif yönde anlamlı düzeyde farklı olduğu görülürken, fen bilimleri ve sınıf öğretmenleri arasında anlamlı bir farklılık görülmemektedir. Çalışma sonucuna göre öğretmen adaylarının özyeterlilik algılarının ve STEM farkındalıklarının orta düzeyde olduğu tespit edilirken öğretmen adaylarının STEM eğitimi kullanma yönelimlerinin oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir. Çalışma sonucuna göre öğretmen adaylarının STEM eğitimine yönelik özyeterlilik, farkındalık ve STEM kullanma yönelimlerinin cinsiyet, öğrenim görülmekte olan bilim dalı, üniversite ve değişkenlerine göre anlamlı yönde farklılaşmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

2.3.2. Öğretmen ve öğretmen adaylarının STEM görüşleri ve düşünceleri üzerine yapılmış çalışmalar

Araştırmanın bir diğer alt amacı ise fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM görüşlerinin belirlenmesinden oluşmaktadır. Bu yüzden alanyazında fen bilimleri öğretmen ve

öğretmen adayları öncelikli olmak üzere öğretmenlerin STEM görüşleriyle ilgili gerçekleşen çalışmalar incelenmiş ve bulguları aşağıda sunulmuştur.

Eroğlu ve Bektaş (2016) araştırmalarında STEM eğitimi almış fen bilgisi öğretmenlerinin STEM ve STEM temelli etkinlikler hakkında görüşlerini belirleyemeye çalışmışlardır. Fenomonoloji yöntemi kullanılan çalışmada 3 farklı okulda görev yapan 5 öğretmenin görüşleri yarı yapılandırılmış görüşmeler ile elde edilmiştir. Çalışma sonucunda katılımcıların tamamının feni farklı alanlarda ilişkilendirerek fen, teknoloji, mühendislik ve matematikle bağlantılı olarak disiplinlerarası gördükleri sonucuna ulaşılmıştır. STEM tanımlamalarına bakıldığında STEM'i en az bir teknoloji, mühendislik ve matematikle ilişkilendirdikleri görülmektedir. Katılımcılar STEM uygulamalarının hem öğretmene hem öğrenciye yönelik motivasyon sağladığı, ufuk açtığı ve bakış açılarını geliştirdiğini belirtmişlerdir. Katılımcıların STEM'i derslerde kullanmak istedikleri görülürken, bir katılımcı malzeme temini giderilirse kullanılabileceğini belirtmiştir. STEM'in öğretmene yönelik; öğrencileri daha iyi tanımaya fırsat bulma, öğrenciyi derse katma, dersi durağanlıktan çıkarıp kolay ve etkili öğretim sağlama avantajları olduğunu bildirmişlerdir. Fen bilimleri öğretmenleri STEM'in öğrencilere olumlu katkılar sağlayacağı görüşündedirler. STEM'in öğrencilerin üretken bireyler olarak yetişme, yaratıcılıklarının artırarak mühendislik tasarım aşamaları sayesinde verimli/keyifli vakit geçirip sorumluluk bilinci kazandırma, özgüven, bakış açısı, başarı, motivasyon/ilgi, bilimsel süreç becerileri ve psikomotor beceriler kazandırma gibi avantajlar sağlayabileceği görüşünde oldukları belirtmişlerdir. Çalışmalarında STEM'in öğretmene yönelik dezavantajlarını; konuya hâkim olma, yeterli zaman, STEM'i bir amaç değil araç olarak kullanabilme zorluğu ve malzeme/yönerge eksikliği gibi dezavantajlar oluşturabileceği sonucuna ulaşmışlardır. STEM'in öğrenci açısından dezavantajlarını ise tasarımı gerçekleştirilememe, olumsuzluk algısı, zaman sıkıntısı, malzeme/yönerge eksikliği, grup çalışması gibi dezavantajlar oluşturabileceğine ulaşmışlardır.

Özcan ve Koştur (2018) fen bilimleri öğretmenlerinin STEM görüşlerinin belirlenmesi amacıyla yaptığı çalışmada farklı illerde görev yapan 82 fen bilimleri öğretmenin görüşlerini elde etmiştir. Örnek olay yöntemiyle gerçekleştirilen çalışmada açık uçlu "STEM nedir?" sorusu anket şeklinde uygulanmıştır. Çalışma bulgularına göre katılımcı öğretmenlerin STEM tanımını kapsamlı, ayrıntılı ve doğru bir şekilde yaptıkları belirlenmiştir. Katılımcıların büyük bir kısmı STEM tanımını, açılımını yaparak ve bütünleştirilmiş bir eğitim yaklaşımı olarak tanımlamışlardır. Anket cevaplarına göre

öğretmenler STEM'in amacını yaşam becerilerini geliştirmek olarak belirtmişlerdir. Katılımcıların çoğu STEM eğitiminin Türkiye'de uygulanmadığını görüşündedirler. Katılımcılar STEM'in önemine yönelik ekonomi, kalkınma ve üretimle ilgisinden bahsetmişlerdir. Öğretmenler STEM'in toplumsal ve eğitime katkıları kategorisinde STEM'in tüketici toplum yerine 21. YY becerileri kazandırarak üretici toplum oluşturması ve çağdaş bir eğitim sistemi oluşturmasından bahsetmişlerdir. Ayrıca çalışmada öğretmenlerin bu yaklaşımı kullanma konusunda bilgi eksiklikleri olduğu belirlenmiştir. STEM eğitime yönelik öneriler kategorisinde öğretmenlerin TPAB (Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi) bilgisine, alan yeterliliğine sahip olmaları gerekliliği ve eğitimde daha çok yer verilmesi görüşünde olduklarına ulaşılmıştır. STEM'le ilgili yaşadığı sorunlar kategorisinde STEM eğitiminin müfredatla uyumsuz olduğu, deneyimli eğitimci sorunu ve ders saati eksikliği ve STEM'in bir araç değil amaç olarak kullanılarak etkinlikler yerine atölyeler açılması sorunlarına değindikleri sonucuna ulaşmışlardır.

Doğan ve Saraçoğlu (2019) fen bilimleri öğretmenlerinin STEM temelli fen eğitimine yönelik görüşlerinin ortaya çıkarılması amacıyla yaptığı çalışmada durum çalışması yöntemini kullanarak STEM eğitimi almış 6 fen bilgisi öğretmenin yarı yapılandırılmış görüşme formuyla görüşlerinin belirlenmesini amaçlamışlardır. Çalışma sonuçlarına göre fen bilimleri öğretmenleri fen bilimleri dersini teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin birden fazlası ile ilişkilendirebildikleri görülmektedir. Katılımcıların yarısı matematiğin fen bilimleri dersinde hesaplamalarda kullanıldığını bildirirken, mühendislikle ilgili mühendislik ve fen arasında karşılıklı etkileşim olduğunu belirtmekte, problem çözme ve tasarım geliştirmede mühendisliğin kullanıldığını düşünmektedirler. Teknolojiyi ise fen bilimlerinin bir ürünü veya sonucu olarak görmektedirler. Çalışma sonucuna göre fen öğretmenlerinin STEM disiplinleri arasındaki ilişkiyi genel olarak doğru değerlendirmedikleri ve yeterli bilgiye sahip olmadıkları tespit edilmiştir. Yapılan çalışma analizlerine göre öğretmenler fen bilimleri dersinde STEM etkinliklerinin kullanılabilir olduğunu belirtmişlerdir. Fen eğitiminde kullanılabilir olduğu fakat zor olduğunu belirtenler arasından kullanımın zorluğunun nedenleri arasında sınıfların kalabalık olması, malzeme eksikliği, zaman kısıtlamaları ve kazanımlarla uyumsuzlukları olarak belirtmişlerdir. Yapılan araştırma sonucunda STEM'in derslerde kullanımının öğrencilere yönelik olumlu etkilerinin olacağı sonucuna ulaşılmıştır. Bu etkiler yaparak yaşayarak öğrenme, bilgilerin somutlaştırılması, disiplinlerarası öğrenme kazandırması olarak belirlenmiştir. Bunun yanında çalışmanın bulgularına göre STEM'in öğrencilere kazandırdığı katkılar anlamlı öğrenme, kalıcı öğrenme, üst düzey zihinsel beceriler kazandırma, bilgiyi

yapılandırma, eğlenerek öğrenme, olumlu tutum geliştirme, problem çözme, yaratıcılık, eleştirel düşünme ve işbirlikli öğrenme olarak belirlenmiştir. Ayrıca araştırma sonucunda STEM etkinliklerinin kullanımının bazı sınırlılıklarının olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sınırlılıklar sınıfların kalabalık oluşu, zaman ve malzeme gereksinimi, maliyet, ölçme ve değerlendirmedeki zorluklar olarak belirlenmiştir.

Aslan ve Bektaş (2019) çalışmalarında fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM görüşlerinin belirlenmesi amacıyla nitel araştırma desenlerinden fenomenoloji desenini kullanmıştır. Çalışmanın örneklemini daha önce STEM eğitimi almamış 9 fen bilgisi öğretmeni oluşturmaktadır. Çalışmanın bulgularına göre katılımcılar fen bilimleri ile teknoloji, mühendislik, matematik, fizik, kimya, biyoloji, bütün disiplinler, doğa bilimleri, sosyal bilimler, coğrafya gibi ilişkilendirmeler yapmışlardır. Bu sonuç fen bilgisi öğretmen adaylarının fen bilgisi dersini pek çok disiplinle ilişkilendirdiklerini göstermektedir. Katılımcıların STEM tanımlamalarına bakıldığında STEM'i bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik olarak tanımladıkları, birçok alanın entegre edilmiş hali şeklinde ifade ettikleri ve disiplinler arası etkileşim olarak tanımladıkları görülmektedir. Katılımcılar STEM'in fen bilgisi programına entegre edilmesi gerekliliğini düşündükleri belirlenmiştir. Bunun nedenini ise çağımızın gerekliliği ve teorik bilgiyi uygulamaya dönüştürerek üretken bireylerin artırılmasını sağlaması şeklinde ifade etmişlerdir. STEM eğitimi almanın öğretmene sağlayacağı katkılar konusunda da katılımcıların büyük çoğunluğu üretken olma ve ürün ortaya koyma alanında katkılar sağlayacağı yönünde görüş bildirmişlerdir. Bunun yanında STEM eğitimi almanın öğretmenlere anlatım yönteminde zenginlik, problem çözme, eleştirel düşünme ve yaratıcılık becerilerini kazandıracağı, kendini ifade etme gücü, araştırma yapma gibi katkılar sağlayabileceğini ve öğrenci merkezli bir yaklaşım olduğunu düşünmektedirler. Öğretmen adayları ders işlenirken STEM uygulamalarının kullanılmasının; bilgisayar destekli ve görsel olma, öğrenci merkezli olması, somuttan soyuta ve hayata entegre olarak işlemeyi sağlaması gibi ders işlemeyi kolaylaştıran özelliklere sahip olduğu düşüncesindedirler. İlave olarak STEM uygulamalarının alt yapı sıkıntısı ve maddi açıdan olumsuz yanlarının olabileceğini de ifade etmişlerdir. Katılımcılar STEM uygulamalarının öğretmen ve öğrenci açısından birçok olumlu yanının olduğunu ifade etmişlerdir. STEM uygulamalarının öğretmen açısından avantajlarını; öğrencilere somut anlatım sağlama, eleştirel düşünme, problem çözme, yaratıcılık gibi beceriler kazanma olarak ifade etmişlerdir. Bunun yanında öğretmene yönelik maliyet, bilgi eksikliği ve sınıf yönetimi açısından yorucu olması dezavantajları olduğu görüşündedirler. STEM uygulamalarının öğrenci açısından avantajlarını kalıcı bilginin

oluşması, yaratıcılığı, 21. YY becerileri, problem çözme, eleştirel düşünme psikomotor beceriler ve girişimciliği arttırma olarak ifade etmişlerdir.

Bölükbaşı ve Arı (2019) fen bilimleri öğretmenlerinin FeTeMM eğitimi ve etkinlikleri hakkında görüşlerini belirlemek amacıyla gerçekleştirdikleri çalışmada nitel araştırma desenlerinden fenomenoloji desenini kullanmışlardır. Çalışmalarının çalışma grubunu 25 fen bilgisi oluşturmaktadır. Fen bilimleri öğretmenlerinin görüşleri 4 adet açık uçlu sorular ile toplanmıştır. Çalışmaları sonucunda FeTeMM eğitiminin tanımı, FeTeMM eğitiminin amaçları, FeTeMM eğitiminin dezavantajları ve FeTeMM eğitiminin öğrencilerin derse karşı ilgisini nasıl etkilediği temalarını oluşturmuşlardır. Çalışmaları bulgularına göre öğretmenler FeTeMM'i bütüncül; fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin bütüncül kullanımı ve birden fazla disipline ve alana dayanan şekilde tanımlamışlardır. Bir başka FeTeMM tanımlarını ise uygulamaya dönüklük; öğrencilerin teorik bilgilerini pratiğe dökmeleri ve çoklu zeka kuramı gibi birden fazla alanın bütünleştirilerek ürün ortaya çıkması şeklinde tanımlamışlardır. Bunun dışında FeTeMM'i orjinallik; yaratıcı, çok boyutlu, farklı açılardan bakmayı sağlayan, güncellik; günlük yaşam problem, gereksinim ve 21. YY becerileri kazandıran yaklaşım olarak da tanımlamışlardır. Çalışmanın bir diğer teması olan FeTeMM'in amaçlarını ise beceri; 21. YY becerileri kazandırma, kazanım; farklı bakış açısı, uygulama, disiplinleri bir araya getirme şeklinde ifade ettikleri görülmüştür. FeTeMM eğitiminin amaçlarının devamına bakıldığında ise uygulama; teorik bilgilerin uygulanması, kişisel gelişim, ilgi ve başarı, motivasyon sağlama olarakta ifade etmişlerdir. Katılımcılar FeTeMM'in dezavantajlarını ise; maddi boyutta etkinliklerin masraflı olması, zaman boyutunda etkinliklerin hazırlanma ve uygulanmasının uzun sürmesi, müfredat yetiştirme ve ürün ortaya koyma beklentisi ve uygulama boyutunda kalabalık sınıflarda uygulanması olarak belirlenmiştir. Öğretmen boyutunda dezavantajları ise FeTeMM eğitimi almayan ve haberdar olmayan öğretmenler olması ve etkinliklerin hazırlama zorluğunun olabileceğini belirtmişlerdir. FeTeMM eğitiminin öğrenci açısından dezavantajlarını ise çocukların ilgisizliği ve çekingen kalması, sözel zekaya sahip olanlara hitap etmemesi, öğretmenden yardım gerektirebilecek durumların olması, öğrenci kapasitesini aşabilmesi, malzemelerle çalışmaktan zorlanılabileceği olarak ifade edilmiştir. Ayrıca FeTeMM eğitiminin öğrencilerin ilgilerini aktif rol almalarını ve başarılarını arttıracağını belirtmişlerdir. Bu bulgulara dayanarak çalışmalarında öğretmenlerin FeTeMM eğitiminin tanımını bildiklerini, amacını ifade edebildiklerini, FeTeMM eğitiminin dezavantajlarını olduğunu farkında olduklarını ve

öğretmenlerin tecrübelerine dayalı etkinliklerin öğrencilerin derse ilgilerini arttıracakı sonucuna ulaşmışlardır.

Bakırcı ve Kutlu (2018) fen öğretmenlerinin FeTeMM yaklaşımı hakkında görüşlerinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirdikleri çalışmalarında nitel araştırma desenlerinden durum çalışması desenini kullanmışlardır. Çalışmanın örneklemini doğu illerde görev yapan 10 fen öğretmeni oluşturmaktadır. Öğretmenlerin görüşleri yarı yapılandırılmış görüşme tekniği ile fen laboratuvarında yüz yüze görüşmeler aracılığı elde edilen verilerin analizinden elde edilmiştir. Çalışmanın bulgularına göre öğretmenler FeTeMM tanımını disiplinlerarası yaklaşım teması altında fen, teknoloji, mühendislik ve matematik bilgi ve becerilerinin bütünleştirilmesi olarak yaptıkları görülmektedir. Bunun dışında FeTeMM'i probleme çözüm bulma, ürün oluşturma süreci ve araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenim olarak tanımlamışlardır. Fen bilimleri öğretmenleri mühendislik uygulamalarının problem çözme, çok yönlü düşünme ve öğrendiklerini yaşantısal hale getirme becerileri kazandıracakı için müfredatta yer alması gerekliliğini bildirmişlerdir. Mühendislik uygulamalarının milli ufuk açma, ürün oluşturma, laboratuvar kullanımı ve motivasyon ve ilgiyi arttıracakını belirtmişlerdir. Katılımcılar FeTeMM etkinliklerinin fen öğretime katkılarını 21. YY becerileri kazandırma, dersleri daha eğlenceli ve ilgi çekici yapma, problem durumunu belirlemeyi öğrenme, ürün tasarlamayı ve araştırma sorgulama yapmayı öğrenme, kalıcı öğrenme ve öğrenmelerin somutlaştırılmasını sağlamayı sağlama olarak ifade etmişlerdir. Bunun yanında FeTeMM etkinliklerinin olumsuz yanlarını maliyetli olması, teknoloji yetersizliği ve zaman alması olarak belirtmişlerdir. Ayrıca çalışma sonucuna göre öğretmenler FeTeMM etkinliklerinin çoğunluk öğretmen adayı performansa dayalı; portfolyo, analitik rubrik gibi değerlendirme araçlarıyla değerlendirilmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Saçılık (2019) yüksek lisans tezinde fen bilimleri öğretmenlerinin STEM temelli uygulamalara yönelik görüşlerini farklı değişkenler açısından değerlendirmeyi amaçlamıştır. Çalışmasını nitel araştırma yöntemlerinden olgu bilim desenine göre yürütmüştür. Çalışmanın örneklemini 4 farklı okulda görev yapan 10 fen bilimleri öğretmeni oluştururken, yapılandırılmış görüşmeler ile veriler toplanmıştır. Çalışmanın bulgularına göre katılımcılar STEM eğitiminin öğrencilerin motivasyonunu arttıracakını belirtmişlerdir. STEM eğitiminin öğretim programına uygunluğu ile ilgili öğretim programına uygun fakat alt yapı eksikliğinin geliştirilmesi, esneklik sağlanıp sınırlamaların ortadan kaldırıldığı zaman başarı sağlanabileceğini yönünde görüş bildirmişlerdir. Ayrıca öğretmenlerin çoğunluğu öğretim programı ile STEM yaklaşımı arasındaki ilişkiyi müfredata eklenen mühendislik uygulamaları

ile yeterli ve uygun düzeyde bulmuşlardır. Çalışma bulgularına göre öğretmenler STEM eğitimcilerinin sahip olması gereken özellikleri yenilikçi düşünen, yaratıcı, sabırlı, analitik düşünen, problem çözebilen ve proje odaklı olması olarak bildirmişlerdir. Katılımcılar STEM derslerinin eğitim fakültelerine zorunlu veya seçmeli ders olarak eklenmesi gerekliliği düşüncesindedirler. Ayrıca STEM temelli etkinliklerin öğrencilerin derse katılımını arttırdığı, dersin anlaşılır ve kalıcı olduğu görüşleri elde edilen diğer sonuçlar arasındadır.

Kaya (2019) fen bilimleri öğretmenleri ve öğretmen adaylarının STEM hakkındaki görüşlerini belirlemek ve STEM uygulamalarına yönelik ihtiyaç analizini belirlemek için yapmış olduğu çalışmada betimsel tarama yöntemini kullanmıştır. Çalışmanın örneklemini 848 fen bilimleri öğretmeni oluşturmaktadır. Araştırmaya göre öğretmenler ve öğretmen adayları STEM'in öğrencilere katkısını, STEM ile ilgili kendilerini ve STEM için gerekli koşulları değerlendirmişlerdir. Çalışmanın verileri 56 maddeden oluşan anket ile toplanıp analiz edilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre öğretmenlerin görüşleri öğretmen adaylarının görüşleriyle benzerlik göstermektedir. Çalışmanın bulgularına göre öğretmenler STEM eğitimi geleceğin öğrencilerini yetiştirmek için önemli olduğu, STEM eğitiminin faydalı ve üst düzey becerilerini geliştirdiği, akademik başarıyı, kalıcı öğrenmeyi ve derse ilgiyi arttırdığı maddelerine yüksek oranda katıldığı görülmektedir. STEM yaklaşımının derslerle ilgili olduğunu düşünmektedirler. Çalışmanın bulgularına göre STEM'in öğrencilere katkısına yönelik öğrencilerin STEM'e karşı olumlu tutumda olduğunu düşünme, STEM'e katılan öğrencilerin işbirlikli öğrenmesi, özgüvenlerinin gelişmesi, birbirlerinin fikirlerine saygı duymayı öğrettiği, etkinlikleri yapmanın öğrenciler için zevkli olduğunu düşündükleri sonucuna ulaşılmıştır. Öğretmenler STEM eğitimi uygularken zorlukları yaşadıklarını fakat yaklaşımı uygularken öğrenci seviyesine inip yeterli bilgi birikimine sahip oldukları, etkinlikleri çok yönlü değerlendirip etkinlikleri hazırlayabildikleri, etkinlikleri kullanırken zamanın kullanımına önem verdiklerini ifade etmişlerdir. Bunun yanında disiplinleri birbirleri ile ilişkilendirirken ve mühendislik ve teknoloji disiplinlerinde sorun yaşadıklarına ulaşılmıştır. Ayrıca öğretmenler STEM yaklaşımının uygulanabilmesi için sınıf koşullarının uygun olması gerekliliği, bilgisayarların olması, atölyelerin açılması, öğretmenlerin STEM yaklaşımını uygulamak için kullanacak yöntemleri ve pedagojik alan bilgisine sahip olması gerekliliği gibi sonuçlara ulaşılmıştır.

Öztürk, Yılmaz-Tüzün ve Çakır-Yıldırım (2019) STEM uygulamaları içeren laboratuvar uygulamaları seçmeli dersi kapsamında fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM uygulamalarına yönelik özyeterlilik inançları ve görüşlerini belirlemek amacıyla yaptığı

çalışmalarında vaka incelemesi yöntemini kullanmışlardır. Çalışmanın örneklemini 18 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Çalışmada öğretmen adaylarının görüşleri görüşme protokolü aracılığıyla elde edilmiştir. Öğretmen adaylarının STEM uygulamalarına yönelik görüşleri; STEM algısı, STEM'i gelecek derslerde kullanma, materyal kullanımı, geliştirilen bilgi ve beceriler ve anlamlı öğrenme kategorilerinde toplanmıştır. Öğretmen adaylarının STEM denilince akıllarına daha çok disiplinlerarası öğrenme ve deney/proje yapma fikirlerinin geldiği görülmüştür. Öğretmen adayları laboratuvar uygulamaları dersinde gerçekleştirmiş oldukları etkinliklerin kendilerini geliştirmeleri için son derece önemli olarak gördükleri, disiplinlerarası öğrenme kazandıkları için ve öğrencilerinde problemleri farklı boyutlarda düşünerek cevaplamalarını sağlama, ürün oluşturma ve bireysel farklılıkları göz önünde bulundurması bakımından gelecek derslerde kullanmalarının fayda sağlayacağı görüşündedirler. Öğretmen adayları STEM uygulamalarının işbirlikli öğrenme ve yapılandırmacı öğrenmeyi desteklediğini belirterek yaratıcılık, deneme yanılma yoluyla öğrenme, problem çözme, pratik düşünme, bilime olan ilgilerini arttırma gibi yararlar sağlayacağını belirtmişlerdir. Ayrıca STEM'in birçok bakış açısı açısından bilgileri değerlendirerek en anlamlı öğrenmeyi sağlayarak anlamlı öğrenmeyi sağlayacağı görüşündedirler.

Şimşek (2019) yüksek lisans tezinde fen bilimleri öğretmenlerinin STEM'e yönelik tutumlarını, inançlarını ve STEM ile ilgili görüşlerini, STEM'i derslerine entegre etmede kendilerine güvenlerini ve STEM uygulamaları ile STEM mesleklerine derslerinde yer verme durumlarını ortaya çıkarmak amacıyla karma araştırma yöntemlerinden açılımlı sıralı karma yöntemi kullanarak çalışmasını gerçekleştirmiştir. Çalışmanın örneklemini 173 fen bilimleri öğretmeni oluşturmaktadır. Öğretmenlerin STEM görüşlerine yönelik bulgular STEM ile ilgili görüşleri, STEM'i derslerine entegre etmede kendine güvenleri ve STEM uygulamaları ile STEM mesleklerine derslerinde yer verme durumlarını içermektedir. Öğretmenler STEM eğitiminin tanımını disiplinlerarası, öğrencilerin aktif katılımını sağlayan, öğrencilerin yaratıcılık ve problem çözme becerilerini geliştiren eğitim olarak tanımladıkları görülmektedir. STEM eğitiminin fen derslerine entegre edilmesinin bilişsel; becerileri geliştirme, duyuşsal; özgüven, başarıma duygusu, motive ve merak, psikomotor; el becerileri ve anlamlı öğrenme; aktif, yaparak yaşayarak ve bilginin uygulanmasını sağlayacağını ve yaratıcılığı geliştireceğini belirtmişlerdir. Çalışması sonucunda STEM eğitiminin fen derslerine entegre edilmesinde karşılaşılan zorlukları fiziksel koşullar ve kaynaklar; sınıfların kalabalık olması malzeme ve laboratuvar eksikliği, öğrenci kaynaklı faktörler; öğrencilerin

istekli olmaması, hazırbulunuşluk ve seviyelerinin farklı olması, öğretmen kaynaklı öğretmenlerin yeterli bilgiye sahip olmaması ve okul idaresi MEB kaynaklı faktörler ve zaman faktörü olarak belirlemiştir. STEM eğitiminin etkili bir şekilde yapılabilmesi için öğretmenlerin eğitimi ve okul donanımı desteği verilmesi görüşünde oldukları belirlenmiştir. Kendilerine güven açısından 15 öğretmenden 6'sı kendine güvendiğini belirtirken 9'u kendilerine güvenmediklerini belirlemiştir. Bunun yanında katılımcıların üçte birinin STEM uygulamalarında derslerinde yer verdiklerini belirlemiştir.

Şahin (2019) fen bilgisi öğretmen adayları ile STEM etkinliklerinin hazırlanıp uygulandığı çalışmada öğretmen adaylarının STEM eğitimi hakkındaki görüşleri, farkındalıkları ve tutumlarını incelemiştir. STEM etkinliği uygulaması sonrasında öğretmen adaylarının STEM eğitiminin yararlarına yönelik ön test son test arasında anlamlı yönde bir fark yani STEM eğitiminin yararlarına yönelik olumlu yönde bir değişimin meydana geldiğini tespit edilmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının STEM eğitiminin olumsuz yönlerine yönelik ön test son test aleyhine yani STEM eğitiminin olumsuz yönlerine yönelik bir azalma meydana geldiğini tespit edilmiştir.

Özbilen (2018) fen, matematik ve teknoloji tasarım öğretmenlerinin STEM modeline yönelik görüşlerinin ve farkındalık durumlarının belirlenmesi amacıyla gerçekleştirdikleri çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden fenomenolojik deseni kullanmıştır. Çalışmada STEM eğitimi hakkında bilgi sahibi olan 6 öğretmen ile yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda her branştaki öğretmen STEM yaklaşımının kendi alanlarında önemli olduğunu belirtmişlerdir. Öğretmenlerin STEM modelini uygulamaya yönelik görüşlerine bakıldığında ise kendilerini yetersiz hissettikleri ancak derslerde kullanımı ile ilgili olumlu tutum sergiledikleri görülmüştür. İlgili çalışmada katılımcıların STEM yaklaşımının uygulanması için ihtiyaçları da tespit edilmiştir. Katılımcılara göre bu ihtiyaçlar öğretmenlerin mühendislik konusunda eğitim alması, okul içi iş birliği, gerekli olan materyallere erişim, STEM'e uygun öğretmen ve öğrenci rollerinin oluşması gibi ihtiyaçların ön planda olduğu görülmüştür.

Yıldırım (2018) STEM eğitimini derslerinde uygulayan öğretmenlerin STEM uygulamalarına yönelik görüşlerinin tüm boyutlarının belirlenmesi amacıyla bir çalışma gerçekleştirmiştir. Türkiye'nin farklı illerinde görev yapan 4'ü fen bilimleri 2'si matematik öğretmeni olmak üzere 6 öğretmen ile durum çalışması yöntemiyle gerçekleştirdikleri bu çalışmada yarı yapılandırılmış görüşme formuyla veriler toplanmıştır. Çalışma sonucunda

öğretmenler STEM uygulamaları sırasında sınıfların kalabalık olması, sınıfın fiziki yapısı, müfredatın uygun olmaması, gürültünün oluşması ve zamanın sorun olduğunu belirtmişlerdir. Bunun yanında STEM uygulamalarının bazı öğrencilerin ilgilerini çekmemesinin ilgi eksikliği oluşturabileceğini belirtmişlerdir. Çalışma sonucunda öğretmenler STEM öğretmeni olmak için sahip olunması gereken özelliklerin alan bilgisi, pedagojik bilgi, mühendislik bilgisi ve entegrasyon bilgisi oluşması gerektiğini belirtmişlerdir. Bunun yanında öğretmenin 21. YY becerisi, sabır ve zamanı iyi kullanma beceresine sahip olmalarının da önemli olduğu üzerinde durulmuştur. STEM öğretmenlerinin kendilerini STEM alan bilgisi konusunda yetersiz hissettikleri özellikle mühendislik konusunda ve mühendislik ve matematik konusunda eksik oldukları belirlenmiştir. Ayrıca öğretmenler STEM uygulamaları sırasında en çok sunuş yoluyla öğrenme, araştırma öğrenme stratejisi, probleme dayalı ve proje tabanlı öğrenme yöntemlerini kullandıklarını belirtmişlerdir. Öğretmenler bir STEM sınıfında bulunması gereken özellikleri ise yeterli malzemenin yer alması gerekliliği, sınıf mevcudunun en az 20 kişiden oluşmasını, grup çalışmasına uygun, sınıflarda bilgisayar ve akıllı tahtanın yer alması gerekliliğini belirtmişlerdir.

Uğraş (2017) STEM eğitimi uygulamaları hakkında okul öncesi öğretmenlerinin düşüncelerinin belirlenmesi amacıyla 19 okul öncesi öğretmeni ile durum çalışması yöntemi kullanarak çalışmasını gerçekleştirmiştir. Araştırmaya katılan katılımcıların büyük bir bölümü STEM'in tanımını disiplinlerarası yaklaşım olarak yapmıştır. Bunun yanında STEM yaklaşımını, günlük hayat problemlerine ürünler ortaya koyarak çözümler üreten şeklinde de tanımladıkları görülmektedir. Okul öncesi öğretmenlerin STEM'i derslerinde kullanmak istediklerine ve bu konuya yönelik eğitimler almak istedikleri sonucuna ulaşılmıştır. Bunun yanında okul öncesi öğretmenler okul öncesinde STEM etkinliklerinin kullanımının konuyla ilgili eğitim ve gerekli araç gereç eksikliğinde zor olacağı yönünde görüş bildirmişlerdir. Katılımcılar STEM eğitiminin yararlarına yönelik disiplinlerarası bakış açısı kazandırma, derslere ilgiyi arttırma, problem çözme, mühendislik, bilimsel süreç ve 21. YY becerileri gelişimini sağlaması şeklindeki faydalarından bahsetmişlerdir. Ayrıca STEM eğitim yaklaşımının sınırlılıklarına yönelik diğer disiplinlerle ilgili bilgi eksikliği, hizmet içi eğitim eksikliği, zaman sıkıntısı, uygulamaların masraflı olması ve STEM yaklaşımını kullanmaya yönelik yeterli bilincin oluşmaması sınırlılıklarının olduğunu belirtmişlerdir.

Yıldırım ve Türk (2018) STEM eğitimi uygulamaları sonrası sınıf öğretmen adaylarının STEM yaklaşımı, mühendislik, teknoloji ve STEM disiplinlerinin arasındaki ilişkiye yönelik görüşlerinin belirlenmesi amacıyla STEM eğitimine katılan 40 öğretmen

adayıyla yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucuna göre sınıf öğretmen adayları STEM eğitimi ile öğrencilerin problem çözme, öğrenilenlerin günlük yaşama transferi, yaratıcılık ve merak duygusu gelişimi, yaparak yaşayarak öğrenme, 21 YY. yaşam becerileri ve yaşam becerilerini geliştirdiği görüşündedirler. STEM eğitiminde yapılan yanlışlara ilişkin STEM eğitiminin sadece robotik kodlama etkinlikleri olmadığı, yalnızca üstün yetenekli çocuklara verilmemesi gerektiği, sadece materyal tasarım olmadığı yönünde görüş bildirmişlerdir. Sınıf öğretmen adayları STEM eğitime derslerinde yer vereceklerini belirtenlerin çoğunlukta olduğu, yer vermek istememe ve kararsızlık yaşama durumlarının nedenlerinin ise STEM eğitimi konusunda alan bilgisi, mühendislik bilgisi, fen ve matematik bilgilerinin eksikliği olduğu belirlenmiştir. STEM disiplinleri arasındaki ilişkiye yönelik görüşleri fen ve matematik disiplinlerinin mühendisliği ve fen-matematik-mühendislik bilgisinin teknolojiyi oluşturduğu yönündedir. STEM eğitiminin okul öncesi ve ilköğretimde önemine yönelik ise yaratıcılık ve merak duygusunu geliştirdiği, öğrencilerin fen, teknoloji, matematik ve mühendislik temellerinin oluşumunu sağladığı ve bu disiplinler ile ilgili çocuklarda olumlu tutum geliştirme açısından önemli olduğunu belirtmişlerdir.

Çınar ve Terzi (2021) hizmet içi STEM eğitimi alan sınıf, matematik, fen bilimleri, bilişim teknolojileri ve fizik öğretmenlerinin STEM eğitimi ile ilgili görüşlerini ve uygulamaları sırasında yaşanan sorunları ortaya koymayı amaçlamışlardır. Çalışma bulguları, katılımcıların STEM öğrenme ortamlarının öğrencilere disiplinler arası bir öğrenme ortamı yarattığı ve öğrencilerin yaratıcı düşünme ve problem çözme becerilerini geliştirdiği düşüncesine sahip olduklarını göstermiştir. Katılımcıların sınıfta oluşturulan STEM öğrenme ortamının öğrencilere sağlayacağı avantajlar konusundaki düşüncelere bakıldığında büyük bir çoğunluğunun STEM öğretimin öğrencilerin 21. YY becerileri geliştireceği yönünde görüşlere sahip olduğunu tespit edilmiştir. Bunun dışında STEM öğretiminin öğrencilerin mühendislik, girişimcilik, kodlama, tasarım ve liderlik becerilerini geliştirdiğini ve mesleki ve teknoloji bilgisi kazandırdığını da düşünmektedirler. Öğretmenlerin ders öncesinde de STEM öğrenme ortamı tasarımı, malzeme temin edememe, STEM disiplinleri alan bilgi eksikliği ve öğretim programını yetiştirememe gibi kaygılara (dezavantajlara) sahip oldukları belirlenmiştir. Öğretmenlerin STEM yaklaşımını uygulamaları esnasında ise malzeme eksikliği, zamanında yetiştirememe, gürültü ve STEM disiplinlerine ait bilgi eksikliği gibi dezavantaj/engellerin olduğuna yönelik bulgulara ulaşmışlardır. STEM öğretiminde öğrencilerin yaşadığı dezavantajlara yönelik öğrencilerin pasif kalması, yetiştirememe kaygısı ve öğrencilerin erken vazgeçmesi /seviyesine uygun olması şeklinde görüş bildirmişlerdir.

2.3.2. STEM odaklı argümantasyon yaklaşımı üzerine yapılan çalışmalar

Araştırmanın bir diğer amacı fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM odaklı argümantasyon becerilerinin (kalite ve seviyelerinin) belirlenmesidir. Bu yüzden alanyazından fen bilimleri öğretmen ve öğretmen adayları öncelikli olmak üzere öğretmenlerin STEM odaklı argümantasyon yaklaşımı ile gerçekleştirilen çalışmalar araştırılmış fakat alanyazında sınırlı sayıda çalışmaya rastlanılmıştır. Bu yüzden öğretmen ve öğretmen adaylarıyla olan sınırlı sayıda çalışmaların yanında öğrencilerle yapılan STEM odaklı argümantasyon çalışmaları incelenmiş ve bulguları aşağıda sunulmuştur.

Erdoğan, Çiftçi, Yıldırım ve Topçu (2017) araştırmalarında fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM eğitim uygulamaları sırasında argümantasyon bileşenlerini yapılandırmadaki ilerlemelerini incelemişlerdir. Araştırma 3. sınıf öğrencisi olan ve bir devlet üniversitesinde 'Fen Laboratuvarı Uygulamaları' dersini alan 9 fen bilgisi öğretmen adayı ile gerçekleşmiştir. Araştırma nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması kapsamında gerçekleştirilmiş ve araştırmanın verileri ses kayıtları, yapılandırılmamış gözlemler yoluyla elde edilmiştir. Argümantasyon bileşenleri betimsel analiz yaklaşımına göre incelenmiştir. Elde edilen verilerin analizi sonucunda; fen bilgisi öğretmen adayları argümantasyon bileşenlerinin (iddia, veri, gerekçe ve çürütme) oluşturulmasında büyük ilerleme kaydetmişlerdir ve çürütmenin ortalama puanı diğer bileşenlerden daha düşük bulunmuştur. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, STEM eğitiminin argümantasyon becerisini geliştirmek için etkili bir yaklaşım olduğunu göstermektedir. Yazarlar argümantasyonun STEM uygulamalarında büyük öneme sahip mühendislik tasarım süreçlerinde yer aldığını; sorunların belirlenmesi, olası çözümlerin geliştirilmesi ve en mantıklı olanların belirlenmesi, değerlendirilmesi ve tartışılmasındaki ana rolü göz önüne alındığında argümantasyonun STEM yaklaşımına başarılı bir şekilde entegre edilebileceğini belirtmişlerdir.

Mathis, Siverling, Glancy ve Moore (2017) fen bilimleri öğretmenlerinin argümantasyon yaklaşımını mühendislik tasarım odaklı STEM müfredatlarına entegre edebilme becerilerini çoklu durum çalışması aracılığı ile incelemişlerdir. Bulgular öğretmenlerin becerilerinin farklılık gösterdiğini gösterse de argümantasyon bileşenini çoğunlukla STEM yaklaşımının mühendislik tasarım sürecine entegre ettiklerini ve çözüm önerilerini sunma, kanıtlarla destekleme kısmının argümantasyon amacıyla kullanıldığını göstermiştir. Buradan hareketle yazarlar, STEM yaklaşımındaki mühendislik basamağının argümantasyon becerilerinin gelişimi için kritik öneme sahip olduğunu vurgulamışlardır.

Arık (2019) sınıf öğretmen adaylarıyla gerçekleştirdiği çalışmasında argümantasyon temelli sorgulayıcı yaklaşım kapsamında asit-baz konusunda geliştirilen STEM etkinliğinin öğretmen görüşlerine göre değerlendirmesini gerçekleştirmiştir. Bulgular katılımcıların bilimsel süreç, yaratıcılık ve yenilik becerilerinin geliştiğini, konu alanını daha iyi öğrendiklerini ve STEM yaklaşımıyla ilgili olumlu düşünceler içerisinde olduklarını göstermektedir.

Conner, Crawford, Foutz, Hill, Jackson, Kim ve Thompson (2020) öğretmenlerin argümantasyon çerçevesini kullanarak derslerine STEM disiplinlerini entegre etme becerileri üzerine odaklandıkları çalışmalarında, kodlama öğretim alanını seçmişlerdir. Nitel araştırma yönteminin kullanıldığı çalışmada verilen bir hizmet içi eğitim programında elde edilen görüşme kayıtları ve gözlemler aracılığıyla elde edilmiştir. Sonuçlar öğretmenlerin argümantasyonu önemsediklerini ve fen ve matematik derslerinde kullanabildiklerini göstermesine rağmen STEM içeriklerinden olan kodlama alanında ise nasıl kullanacaklarını bilmedikleri ve kullanabileceğini düşünmediklerini göstermektedir. Bu yüzden yazarlar argümantasyon destekli STEM eğitimi konusunda öğretmenlerin daha fazla rehberlik ve yönlendirilmeye ihtiyaç duyduklarını belirtmişlerdir.

Gülseven, Tüysüz ve Tozlu (2021) argümantasyon temelli FeTeMM eğitimiyle işlenen derslerin 7.sınıf öğrencilerinin Kuvvet ve Enerji ünitesindeki akademik başarılarına, fen bilimlerine tutumlarına ve argümantasyon seviyelerine olan etkisini ve etkinliklerle ilgili öğrenci görüşlerini belirlenmesi amacıyla gerçekleştirdikleri çalışmada karma araştırma yöntemlerinden iç içe karma desen kullanmışlardır. Çalışmanın nicel bölümde 64 öğrenci ile ön test son test yarı deneysel desen ile gerçekleştirmişlerdir. Deney grubunda öğretim programının yanı sıra argümantasyon temelli FeTeMM eğitimi aşamalarına göre hazırlanan etkinlikler ile ders işlenirken, kontrol grubunda öğretim programına paralel şekilde işlenmiştir. Çalışmanın nitel boyutunda ise senaryolardan oluşan argümantasyon etkinliklerindeki öğrencilerin argümantasyon seviyelerindeki gelişimi izleyebilmek için Toulmin Argümantasyon modeli ve argümantasyon temelli FeTeMM etkinlikleri ile ilgili görüşlerin belirlenebilmesi için yarı yapılandırılmış mülakat formu kullanılmıştır. Çalışmada öğrencilerin argümantasyon seviyelerini belirleyebilmek için araştırmacı tarafından argümantasyon modeline uygun Kuvvet ve Enerji kazanımlarını kapsayarak geliştirilen 4 etkinlik senaryosu kullanılmıştır. Geliştirilen etkinlikler günlük yaşam problemini içerecek şekilde hikayeleştirilerek oluşturulmuştur. Öğrencilerin argümantasyon seviyelerindeki değişimi belirleyebilmek için Erduran, Simon ve Osborne (2004) tarafından geliştirilen

değerlendirme ölçeği kullanılmıştır. Çalışmanın bulgularına göre argümantasyon temelli FeTeMM etkinlikleri ile işlenen derslerin öğrencilerin akademik başarılarını arttırdığı sonucuna fakat tutumları arasında anlamlı bir farklılık oluşturmadığına ulaşılmıştır. Çalışmanın katılımcıların argümantasyon seviyelerinden elde edilen bulguları ilk etkinlikte yarısının Seviye-1 düzeyde, diğer yarısı Seviye-2 düzeyinde argümantasyon oluşturduğunu göstermiştir. İkinci etkinlikte ise grupların 1'inin Seviye-3'te, 2'sinin Seviye-2'de ve 3'ünün Seviye-1'de argüman oluşturduğu ve bu durumdan da öğrencilerin Seviye-3'e çıkabilmesinden dolayı argüman oluşturma yönünde gelişim gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Katılımcıların 3. etkinlikte ise daha üst seviyelerde argüman oluşturarak gelişimlerini pozitif yönde sürdürdükleri sonucuna ulaşılmıştır. Son olarak 4. etkinlikteki ise öğrencilerin üst seviyelerde argüman oluşturan grup sayılarının arttığı böylece argüman kalitelerinde de artışa sebep olduğu, öğrencilerin bu yöntemi özümlediği sonucuna ulaşılmıştır. Öğrencilerin argümantasyon temelli FeTeMM etkinlikleri hakkındaki görüşleri ise etkinliklerin sağladığı yararlar konusunda katkı sağlar diyenlerin görüşleri; fikir üretme, eğlendirerek ve anlamlı öğrenme, öğrenmelerin kalıcılığı bilhassa işbirliği içerisinde gerçekleştiği yönünde yoğunlaşmıştır. Öğrenciler etkinlikleri yaparken fen, matematik, resim ve tasarım disiplinlerini kullandıklarını belirtirken etkinliklerin kazandırdığı bilgi ve becerilere yönelik ürün oluşturma, özgüven, konuyu daha iyi anlama ve yeni fikir üretmeyi sağlama gibi beceriler kazandırmasından bahsetmişlerdir.

Yıldırım ve Türk (2018) çalışmasında argümantasyon destekli STEM uygulamalarının öğrencilerin STEM'e yönelik tutumları, problem çözme becerileri, STEM'e yönelik görüşleri ve argümantasyon niteliklerini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada nitel ve nicel yöntemlerin bir arada kullanıldığı karma araştırma yöntemini kullanmıştır. Çalışmanın nicel boyutunda ön test son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılırken, nitel boyutunda STEM görüşlerini elde etmek amacıyla görüşme formu kullanılmıştır. Çalışmanın örneklemini ortaokulda öğrenim gören 55 öğrenci oluşturmaktadır. Çalışma bulgularına göre argümantasyon destekli STEM uygulamalarının öğrencilerin STEM'e yönelik tutumları ve problem çözme becerilerini geliştirmede etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Çalışma sonucunda öğrencilerin STEM uygulamalarına yönelik görüşlerinin olumlu olduğu ve yapılan uygulamalar sırasında öğrencilerin argümantasyon niteliklerinin birinci seviyede ve düşük olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Baydar ve Acar (2018), argümantasyon destekli STEM eğitimi ile işlenen 7. sınıf Elektrik Enerjisi ünitesinin öğrencilerin yansıtıcı düşünme ve bilimsel yaratıcılık becerilerine,

fen dersine yönelik algı ve tutumlarına etkisini incelemek amacıyla çalışmalarını gerçekleştirmişlerdir. Yarı deneysel desen modeli ile gerçekleştirilen çalışmada 24 öğrenci deney grubunu oluştururken 20 öğrenci kontrol grubunu oluşturmaktadır. Kontrol grubunda argümantasyon destekli STEM eğitiminden bağımsız olarak işlenen Elektrik Enerjisi ünitesi deney grubunda argümantasyon destekli STEM eğitimi ile işlenmiştir. Çalışmanın bulgularına göre katılımcıların bilimsel yaratıcılıklarının deney grubu ve kontrol grubu son test puanlarına göre deney grubunun son test puanının daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Bu durum deney grubu öğrencilerinin kontrol grubu öğrencilere göre daha yüksek bilimsel yaratıcılık puanına sahip olduklarını göstermektedir. Katılımcıların fen öğretimine yönelik görüşlerinin ise deney grubu öğrencilerinin son test puanlarının kontrol grubu öğrencilerinkinden yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu durum deney grubunda argümantasyon destekli STEM yaklaşımıyla işlenen derslerin daha olumlu fen öğretim algısı oluşturduğunu göstermektedir. Çalışmanın bulgularına göre argümantasyon destekli STEM eğitiminin katılımcıların yansıtıcı düşünme becerileri ve tutumlarının üzerinde anlamlı bir etkisinin ise olmadığını tespit etmişlerdir.

Demirel (2021) argümantasyon destekli tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamaları ile işlenen derslerin öğrencilerin 21. YY yaşam becerilerine, başarılarına ve bu yönetime ilişkin öğrenci görüşlerine etkisini incelemek amacıyla gerçekleştirdiği doktora tezini karma araştırma yöntemlerinden açıklayıcı ardışık desene göre gerçekleştirmiştir. Çalışmanın nicel boyutunun örneklemini deney ve kontrol grubu olmak üzere toplamda 48 öğrenci oluştururken nitel boyutu 3 öğrenci oluşturmaktadır. Çalışmasının nitel kısmı durum çalışması yöntemiyle gerçekleştirirken nicel kısmı ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Deney grubunda dersler argümantasyon destekli tasarım temelli mühendislik ve fen uygulamaları kullanılarak işlenirken, kontrol grubunda 5E öğrenme modeline göre öğretim gerçekleştirilmiştir. Çalışmada öğrencilerin 21. YY becerilerinin değerlendirilebilmesi için yazar tarafından 25 madde ve 5 faktörden oluşan 21. YY yaşam becerileri ölçeği geliştirilmiştir. Çalışmanın bulgularına göre 7.sınıf öğrencilerinin ışığın madde ile etkileşimi ünitesinin argümantasyonun kullanıldığı tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamaları ile işlenmesinin öğrencilerin akademik başarılarını ve 21. YY yaşam becerilerini geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır. Öğrencilerin etkinlikler ile ilgili görüşlerinden elde edilen bulgulara göre etkinliklerin yaparak yaşayarak öğrenme; araç-gereç kullanımı, ürün oluşturma, tasarım yapma ve el becerilerini geliştirmeyi sağladığı,

bunun yanında günlük hayatla bağlantı kurma; hayatla ilişkilendirme ve karşılaşılan problemi çözmeyi sağladığı yönündedir.

Demirel ve Özcan (2021) argümantasyon destekli tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamaları ile işlenen derslerin öğrencilerin ışık konusuna yönelik akademik etkisini incelemek amacıyla gerçekleştirdikleri çalışmayı nicel araştırma yöntemlerinden ön test son test kontrol gruplu yarı deneysel desenle gerçekleştirmişlerdir. Araştırma bulguları argümantasyon destekli tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamaları ile işlenen derslerin 5E öğrenme modeli kapsamında işlenen derslere göre öğrencilerin akademik başarılarını artırmada daha etkili olduğunu göstermektedir. Buradan hareketle araştırmacılar argümantasyon destekli tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarının fen öğretiminde kullanılmasını tavsiye etmişlerdir.

Kutru (2022) argümantasyon tabanlı bilim öğrenme destekli STEM eğitiminin 7.Sınıf öğrencilerinin 21. YY becerileri gelişimine etkisini, bu becerilerin gelişimleri arasındaki ilişkiyi ve becerilerin gelişimine ve kullanılan yöntemlere yönelik öğrenci görüşlerinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirdiği çalışmada nitel ve nicel araştırma yöntemlerini bir arada kullanmıştır. Çalışmasının nicel kısmında tek grup ön test son test zayıf deneysel desen kullanırken nitel kısmında yarı yapılandırılmış görüşmeler kullanılmıştır. Çalışmanın örneklemini 7.sınıfta öğrenim gören 11 öğrenci oluşturmaktadır. Çalışma kapsamında Güneş Sistemi ve Ötesi kazanımlarına bağlı olarak etkinlikler hazırlanmıştır. Çalışma süresince mühendislik tasarım aşamalarına argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımı entegre edilmiştir. Çalışma sonucunda ön test son test olarak uygulanan bilimsel yaratıcılık testinin bulgularına göre ATBÖ destekli STEM uygulamalarının öğrencilerin bilimsel yaratıcılık becerilerinin gelişimine olumlu etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmalarının bulgularına göre ATBÖ destekli STEM eğitimi sonrası öğrencilerin eleştirel düşünme eğilimleri, bilimsel okuryazarlık, medya okuryazarlığı becerileri, girişimcilik, iletişim (problem çözme) becerilerinin arttığı buna bağlı olarak bu becerilerin gelişiminde olumlu etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca öğrencilerin işbirlikli öğrenme ve yaşam becerilerinin gelişimine de olumlu katkı sağladığı sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmanın nitel bulgularına göre de öğrenciler ATBÖ destekli STEM uygulamalarının 21. YY becerilerinin gelişimine olumlu yönde etkilediği görüşüne sahip olduklarını tespit etmiştir. Öğrencilerin etkinliklerin kalıcı ve eğlenerek öğrenmeyi sağladığı, sınıf içi etkileşimi ve derse ilgiyi ve özgüveni arttırdığı ve yeni fikirler üretmeyi sağladığı yönünde görüş bildirmişlerdir. Çalışma bulgularına göre 21. YY becerileri arasındaki ilişkiye bakıldığında iletişim becerileri ve

eleştirel düşünme becerisi arasında pozitif yönde yüksek bir ilişki tespit edilmiştir. Problem çözme, eleştirel düşünme ve iletişim becerileri arasında; girişimcilik ve yaşam becerileri arasında ise pozitif yönde orta düzeyde bir ilişki tespit edilmiştir. Ayrıca bilim okuryazarlığı ve yaşam becerileri ile iletişim becerileri arasında negatif orta dereceli bir ilişki tespit edilmiştir.

Tuğ (2020) yüksek lisans tezinde 7. sınıf öğrencilerinin mühendislik tasarım süreçlerindeki müzakere davetlerinin argümantasyon eğitimi alma durumlarına göre incelenmesi amacıyla gerçekleştirdiği çalışmada çoklu durum çalışması yöntemini kullanmıştır. Çalışmanın örneklemini 7. sınıf olan iki şubeden oluşan 33 öğrenci oluşturmaktadır. Çalışmada argümantasyon eğitimi alan ve argümantasyon eğitimi almayan öğrencilerin mühendislik tasarım süreçleri bir durum olarak incelenmiştir. Çalışma süresince gruplardan birine argümantasyon eğitimi verildikten sonra her iki grubunda gerçekleştirmesi için 4 adet STEM etkinliği uygulanmıştır. Uygulanan etkinlikler Işığın Madde ile Etkileşimi ve Elektrik Devreleri üniteleriyle ilgilidir. Çalışmanın bulgularına göre; argümantasyon eğitimi alan ve almayan grupların mühendislik tasarım (STEM) sürecindeki müzakere davetleri incelendiğinde önerme müzakere davetinde, argümantasyon eğitimi almayanların malzeme seçiminde düşünmeden pek çok malzeme önermesi geliştirip uzun zaman harcadıkları dikkat çekerken, argümantasyon eğitimi alanların malzeme seçimi konusunda daha az önerme geliştirerek malzemelerin hangi özelliğinin nasıl kullanılacağını kararlaştırıp sürece devam ettikleri tespit edilmiştir. Çalışmanın diğer bulgularına göre müzakere davetleri kapsamında her iki grubun savunma müzakere davetleri incelendiğinde her iki grubunda birbirinde benzer oranda savunma müzakere davetleri olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Bu durum argümantasyon eğitimi alan öğrencilerin önerilerini kanıtlarla destekleyemediklerini göstermektedir. Çalışmanın bulgularına göre değerlendirme, anlaşma ve karşı teklif müzakere davetlerinin argümantasyon eğitimi alan öğrencilerde almayan öğrencilere göre daha yüksek oranda kullanıldığı görülmektedir.

Uçar (2019) argümantasyonla zenginleştirilmiş STEM etkinliklerinin fen bilimleri dersi öğretim programının önerdiği etkinliklere göre işlenen derslere göre 7.sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına, astronomiye yönelik tutumlarına, eleştirel düşünme eğilimlerine ve STEM kariyer ilgilerine etkisini incelemek üzere gerçekleştirdiği yüksek lisans çalışmasında yarı deneysel deseni kullanmıştır. Çalışmanın örneklemini 30 deney 30 kontrol grubu olmak üzere 60 7. sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Araştırmada kontrol grubunda öğretim programında önerilen programa göre ders işlenirken deney grubunda

argümantasyon ile zenginleştirilmiş STEM etkinlikleri ile astronomi konuları işlenmiştir. Argümantasyonla zenginleştirilmiş STEM etkinlikleri ile işlenen derslerde öğrenci gruplarından kendi tasarımlarını oluşturmaları istenmiştir. Çalışmanın bulgularına göre argümantasyonla zenginleştirilmiş STEM etkinlikleriyle ders işlenen deney grubu son test başarı puanları ile fen bilimleri öğretim programına göre ders işlenen kontrol grubu son test başarı puanları arasında anlamlı fark bulunmuştur ve farkın etki büyüklüğü oldukça yüksektir. Deney grubu öğrencilerinin eğitim öncesi ve sonrası ön test son test puanları arasındaki farka bakıldığında argümantasyonla zenginleştirilmiş STEM eğitimi anlamlı bir fark yaratırken etki büyüklüğü oldukça yüksek olarak bulunmuştur, kontrol grubu ön test son test puanları arasındaki fark ise düşük düzeyde bulunmuştur. Bu durum deney grubu öğrencilerinin başarı puanları arasındaki etki büyüklüğünün kontrol grubu başarı puanları arasındaki etki büyüklüğünden yüksek olduğunu göstermiştir. Araştırmanın ikinci amacı olan argümantasyonla zenginleştirilmiş STEM etkinliklerinin kontrol grubuna göre astronomiye yönelik tutumları incelendiğinde deney ve kontrol grupları son test puanları arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Deney grubunun kendi içerisinde etkinlik öncesi ve sonrası ön test son test puanlarına bakıldığında argümantasyonla zenginleştirilmiş STEM etkinlikleri argümantasyona yönelik tutumlar üzerine anlamlı fark yarattığı tespit edilirken kontrol grubunda da fen öğretim programında bulunan etkinliklerin de ön test son test puanlarının anlamlı bir fark yarattığı tespit edilmiştir. Deney grubu öğrencilerinin astronomiye yönelik tutumları arasındaki farkın etki büyüklüğü kontrol grubu öğrencilerinin arasındaki etki büyüklüğünden yüksektir ancak bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Gülen (2016) doktora tezinde FeTeMM entegreli ATBÖ yaklaşımı etkinliklerinin mevcut program üzerinden yapılan etkinlikler ile işlenen deney ve kontrol gruplarına göre akademik başarılarını karşılaştırmak ve öğrencilerin FeTeMM entegreli ATBÖ yaklaşımı uygulaması hakkında görüşlerini almak amacıyla karma araştırma yöntemini kullanmıştır. Çalışmasının nicel verileri için yarı deneysel deseni kullanırken nicel ve nitel veriler gerektiren problemler için iç içe gömülü desen modelini kullanmıştır. Çalışmada katılımcıların akademik başarıya yönelik bilgi düzeyleri arasındaki neden-sonuç ilişkisi, deney grubu öğrencilerinin yansıtıcı düşünme becerileri, psikomotor becerileri, öğrencilerin FeTeMM entegreli ATBÖ yaklaşımına yönelik görüşleri ve öğrencilerin etkinliklerini uygulayabilme kabiliyetlerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Çalışmanın örneklemini deney ve kontrol grubundan oluşan 40 öğrenci oluşturmaktadır. Çalışmanın bulgularına göre akademik

başarı testi deney grubu lehine anlamlı fark bulunmuştur. Deney grubu öğrencilerinin yansıtıcı düşünme testi bulgularından elde edilen sonuçlara göre yansıtıcı düşünme sorgulama boyutunda “orta düzey yansıtıcı düşünme eğilimleri”, değerlendirme ve gerekçelendirme boyutunda “yüksek yansıtıcı düşünme eğilimleri”, ölçeğin genelinde ise “yüksek yansıtıcı düşünme eğilimi” gösterdikleri sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmanın bulgularına göre öğrencilerin yansıtıcı düşünme becerileri Bloomun psikomotor becerileri basamaklarına göre değerlendirildiğinde 5 üzerinden grubun genel ortalaması 4.30 olarak hesaplanmıştır. Bu durum FeTeMM entegreli ATBÖ yaklaşımının öğrencilerin psikomotor becerilerinin gelişimine etkisinin yüksek olduğunu göstermiştir. Öğrencilerin psikomotor beceri notları ile ürün dosyası notları arasında 0.61, akademik başarı testleri arasında 0.98 ve yansıtıcı düşünme becerileri ile 0.91 korelasyon ilişkisi olduğu saptanmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre tam yapılandırılmış görüşme bulguları öğrencilerin fen dersine yönelik olumlu düşüncelerinin olduğu ve fen için günlük hayatı kolaylaştıran bir ders olduğunu düşündükleri sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmanın sonucuna göre FeTeMM entegreli ürün dosyalarını değerlendirmeye yönelik bulgular incelendiğinde 2 grubun “FeTeMM entegreli ATBÖ yaklaşımını orta düzeyde anlamış”, 2 grubun ise “FeTeMM entegreli ATBÖ yaklaşımını anlamış” olarak değerlendirilmiştir.

Gülen ve Yaman (2018a) STEM entegreli argümantasyona göre hazırlanan etkinliklerin işlem basamaklarının nasıl kullanıldığının belirlenmesi amacıyla gerçekleştirdikleri çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması desenini kullanmışlardır. Çalışmanın katılımcı grubunu 20 ortaokul öğrencisi oluşturmaktadır. 20 öğrenci ile 4 grup halinde görüşülmüştür. Veri toplama aracı olarak odak grup görüşmesi yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada STEM entegreli argümantasyon etkinlikleri kullanılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre öğrencilerin STEM entegreli argümantasyon etkinliklerini anladıkları, etkinlik boyunca işbirliği eşgüdüm ve en mantıklı gelen cevabı yazmaya çalıştıkları dikkat çekmiştir. Öğrenciler etkinlik metinlerini büyük bir istek ve anlam bütünlüğü içerisinde kullanmışlardır. Öğrenciler, metinde yapılan gözlemleri yazmanın yanı sıra tüm soruların cevaplarını yazarak “fen” disiplinini; yapılacak olan etkinlik veya deneylerde gerekli olan araç-gereçlerin belirlenmesi ve kullanımı ile “teknoloji” disiplinini kullanmışlardır. Etkinliklerdeki problemin çözümü için gerekli olan düzeneğin tasarımının yapılması ve çiziminin gerçekleştirilmesi ile “mühendislik” disiplinini, son olarak yapılacak deney veya etkinlikteki matematiksel işlemler ve matematiksel düşünceler ile STEM eğitiminin “matematik” disiplinini kullandıkları anlaşılmıştır. Öğrenciler iddialarını oluştururken özellikle kanıtların oluşturulmasında önceki

bölümde STEM disiplinlerini kullanarak cevaplandıkları sorular ile iddialarını gerekçelendirmişlerdir. Argüman oluşturma basamaklarının kullanımını iddianın gerekçe, destekleyici, niteleyici ve reddedici yönlerini de başarılı bir şekilde gerçekleştirdikleri sonucuna ulaşılmıştır. Sonuç olarak STEM entegreli argümantasyon etkinliklerinin öğrencilerin başarısını arttırmada da kullanılabilceği önerisinde bulunmuşlardır.

Gülen ve Yaman (2018b) altıncı sınıf öğrencilerin FeTeMM tabanlı ATBÖ yaklaşımı etkinlikleri hakkındaki görüşlerini ve bu etkinliklerin etkisini incelemek amacıyla yaptıkları çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden eylem araştırması yöntemini kullanmışlardır. Çalışmanın örneklemini 20 tane 6. sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Çalışmada FeTeMM entegreli ATBÖ yaklaşımı kapsamında “Elektriğin İletimi” ünitesiyle ilgili 7 etkinlik gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın bulgularına göre öğrenciler araştırma kapsamında yapılan etkinliklerle ilgili, eğlenceli, keyifli, bol deneyli olduğu görüşündedirler. Yalnızca bir öğrenci etkinlikleri sıkıcı bulmuştur. Öğrencilerin elektrik ünitesini sınıftaki etkinliklerle işlenmesinin görüşlerinin olumlu olduğu saptanmıştır. Bulgulara göre öğrenciler grup tartışmalarıyla ilgili fikirlerin savunulduğu eğlenceli ve faydalı olduğu görüşündedirler. Etkinlikler sırasında yapılan tartışmaların arkadaşlarını daha iyi tanımalarını sağladığını düşündükleri tespit edilmiştir. Öğrenciler etkinliklerin kendilerine kazandırdığı beceriler ile ilgili olumlu olarak yeni şeyler öğrendikleri ve süreç içerisinde kazandıkları kazanımlarla ilgili bilgi edindiklerine değinmişlerdir. Çalışmanın bulgularına göre öğrenciler FeTeMM tabanlı ATBÖ etkinliklerinin konuyu sevmeyi, eğlenceli bulmasını daha iyi anlamayı sağladığı ile ilgili görüş bildirmişlerdir. Çalışmanın bulgularına göre öğrenciler etkinlikler sayesinde fen dersine yönelik konuların daha kolay anlaşılabilir ve eğlenceli olduğunu ifade etmişlerdir.

BÖLÜM 3

3. YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın modeli, çalışma grubu, veri toplama süreci, veri toplama araçları ve verilerin analizi hakkında bilgiler verilmiştir.

3.1. Araştırmanın Modeli

Bu çalışmada fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM farkındalıkları, STEM görüşleri ve gerçekleştirdikleri projeler kapsamında STEM odaklı argümantasyon becerilerinin incelenmesi amacıyla nicel ve nitel araştırma yöntemlerinin birlikte kullanıldığı karma araştırma yöntemi tercih edilmiştir. Karma yöntem, uzun süreli bir program veya araştırma süreci içerisinde iki farklı paradıgmaya sahip nicel ve nitel yöntemlerin kendi kuramsal çerçeveleri içinde ele alınarak bu yöntemlerden birine daha çok ağırlık verilen ve kendine özgü bir araştırma deseni içinde yürütülen bir yaklaşımdır (Creswell, 2017; Çepni, 2021). Bu araştırmanın birinci basamağında, STEM farkındalıklarının belirlenmesi amacıyla nicel veriler kullanılırken, ikinci basamağında STEM görüşlerinin belirlenmesi amacıyla nitel veriler ve son olarak ise STEM odaklı argümantasyon becerilerinin belirlenmesi amacıyla nitel veri toplama araçlarından olan yazılı dokümanlar kullanılmıştır. Günümüz araştırmalarında problemlere çözüm bulmada sadece nitel ya da sadece nicel yaklaşımların kullanılması sınırlılıklar oluşturmaktadır. Nitel ve nicel yaklaşımların birlikte kullanılması durumu olan karma yöntem ile araştırma problemlerine doğru, eksiksiz ve derin yanıtlar bulunabilir (Çepni, 2021). Bu yöntemin önemli bir avantajı da nitel veya nicel yöntemlerin yalnız başına kullanıldığında oluşan eksikliklerin çoklu yöntem kullanılarak önemli ölçüde giderildiğinin görülmesidir (Creswell, 2013).

Bu çalışmada karma araştırma yöntemi desenlerinden yakınsayan paralel desen tercih edilmiştir. Verilerin nasıl kullanılacağına bağlı olarak yakınsayan paralel desende her bir veri tabanı birbirinden bağımsız olarak ele alınır. Bu çalışmada STEM farkındalığı için kullanılan ölçek (nicel), STEM görüşleri için kullanılan yarı yapılandırılmış görüşme formu (nitel) ve STEM odaklı argümantasyon becerileri için kullanılan proje dokümanları birbirinden bağımsız olarak toplanıp analiz edilmiştir. Yakınsayan paralel desende, veriler ayrı ayrı analiz edilirken bulguların birbirini doğrulayıp doğrulamadığı belirlemek amacıyla karşılaştırmalar veya ilişkilendirmeler yapılarak yakınsayan veya ayrışan bulguların yorumlanması veya açıklanması süreci önemsenmektedir (Creswell, 2013). Bu çalışmada

nicel ve nitel verilerden elde edilen bulgular çalışmanın sonuç ve tartışma kısmında birleştirilmiştir.

3.2. Çalışma Grubu

Bu çalışmanın çalışma grubunu çalışmanın amacı doğrultusunda amaçlı örnekleme yöntemi ile seçilen, Türkiye’de bulunan bir devlet üniversitesinin 2019-2020 eğitim-öğretim yılı Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalı üçüncü sınıfında öğrenim görmekte olan fen bilgisi öğretmen adayları oluşturmaktadır. Amaçlı örneklem, bazı özel araştırma durumlarında, olgu ve olayların derinlemesine incelenmesi ve açıklanması amacıyla hedef kitle gruplarının amaca uygun olarak seçilmesidir (Yıldırım ve Şimşek, 2013; Çepni, 2021). Bu çalışmada fen bilgisi öğretmen adaylarının çalışma grubu olarak seçilmesinin nedenlerinden biri STEM kariyer alanları içerisinde olan öğrencileri yetiştirecek eğitimciler arasında fen bilgisi öğretmenlerinin yer almasıdır. Bir diğeri fen bilgisi öğretmen adaylarının gelecekte STEM yaklaşımını kullanabilecek bir konu alanı müfredatına sahip olup dersin birden fazla disiplini bir arada bulundurmasıdır.

Bu araştırmanın çalışma grubu amaçlı örnekleme türlerinden ölçüt örnekleme yöntemiyle seçilmiştir. Ölçüt örnekleme, araştırmacının kendi oluşturduğu ya da daha önceden hazırlanmış olan bir ölçüt listesi şeklinde, ölçütlerin belirlenip bu ölçütlere uyan bütün olasılıkların çalışılması durumudur (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Bu çalışmada çalışmanın hedefleri doğrultusunda STEM görüşleri ve argümantasyon becerilerinin birlikte incelenebilmesi amacıyla katılımcıların günlük hayatta veya doğada karşılaştıkları bir probleme çözüm üretebilmesini kapsayan bir durumun çevre bilimi dersinde daha kolay ve gerçekleştirilebilir olması ölçüt olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak, araştırma konusu, dersin içerik ve hedeflerinin uygunluğu bakımından bu çalışmanın yürütülmesi çevre bilimi dersinde gerçekleştirilmiştir.

Bu araştırmanın katılımcılarını, Türkiye’de bulunan bir devlet üniversitesinin 2019-2020 eğitim-öğretim yılı Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalı üçüncü sınıfta öğrenim görmekte olan ve çalışmaya gönüllü olarak katılan 81 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Araştırmaya katılan fen bilgisi öğretmen adaylarının cinsiyete göre dağılımları Tablo 3.1.’de verilmiştir.

Tablo 3.1. Fen bilgisi öğretmen adaylarının cinsiyet dağılımı

Cinsiyet	Frekans	Yüzde (%)
Erkek	16	19,8
Kadın	65	81,2
Toplam	81	100,0

Araştırmaya katılan 81 fen bilgisi öğretmen adayından 65'i STEM farkındalıklarının belirlenmesi amacıyla uygulanan ölçeğe katılmış olup, gönüllü olarak belirlenen 11 fen bilgisi öğretmen adayı ise STEM görüşlerinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmelere katılmışlardır. Araştırmada yarı yapılandırılmış görüşmeye katılan 11 fen bilgisi öğretmen adayının STEM eğitimi alma durumları ve eğitim aldıkları yerler ile ilgili bilgiler Tablo 3.2.'de verilmiştir.

Tablo 3.2. Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM deneyimleri

Kodu	STEM Eğitimi Alma Durumu	STEM Eğitimi Aldıkları Yerler	Alınan Kurslar
ÖA1	Evet	KOMEK*	-
ÖA2	Evet	KOMEK	Arduino 1,2, Bootstrap
ÖA3	Evet	Halk Eğitim Merkezi	Arduino ve web tasarımı.
ÖA4	Evet	Üniversite(Lisans dersi) + KOMEK	Arduino ve web tasarımı
ÖA5	Evet	KOMEK	Robotik kodlama, Php, web tasarımı, arduino
ÖA6	Hayır	-	-
ÖA7	Evet	Halk Eğitim Merkezi	Robotik kodlama, arduino
ÖA8	Evet	Selçuklu Gençlik Merkezinde Robotik Kodlama Şenliğinde ve Deneyap Atölyesi	-
ÖA9	Evet	KOMEK	Arduino robotik kodlama ve web tasarımı
ÖA10	Evet	KOMEK	Arduino, robotik kodlama ve Php
ÖA11	Evet	KOMEK	-

*KOMEK: Konya Büyükşehir Belediyesi Meslek Edindirme Kursları.

Tablo 3.2' den de görüldüğü gibi görüşmeye katılan öğretmen adaylarından neredeyse hepsinin STEM ile ilgili eğitim aldıkları ve farklı kurslara katıldıkları görülmektedir. Bu tarz STEM deneyimlerinin ilgili katılımcıların görüşmelere gönüllü olarak katılmalarını

desteklediğini söyleyebiliriz. Çalışmaya katılan 11 fen bilgisi öğretmen adayının görüşlerini bulgular kısmında daha anlaşılır şekilde sunmak amacıyla, öğretmen adayları ÖA1,ÖA2...ÖA11 şeklinde kodlanmıştır.

Araştırmanın son kısmı olan STEM odaklı argümantasyon becerilerinin belirlenmesi amacıyla planlanan proje sürecine ise 81 katılımcının hepsi katılmıştır. Proje gereği 2 veya 3 kişilik gruplar halinde projenin tamamlanması öngörüldüğünden öğretmen adaylarının tümü 33 grup halinde STEM odaklı projeye katılmışlardır. Bu kapsamda 33 grubunda STEM odaklı argümantasyon becerileri incelenmiştir. 33 farklı grubun projeleri bulgular kısmında daha anlaşılır şekilde sunmak amacıyla gruplar ÖAG1, ÖAG2...ÖAG33 şeklinde kodlanmıştır. Çalışmanın STEM odaklı proje kısmına katılan öğretmen adaylarının 65'i kadın iken 16'sı erkektir.

3.3. Veri Toplama Araçları

Bu çalışmada fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarının, STEM görüşlerinin ve STEM odaklı argümantasyon becerilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda araştırmanın birinci basamağı olan STEM farkındalıklarının belirlenmesi için bir ölçek, ikinci basamağı olan STEM görüşlerinin belirlenmesi için yarı yapılandırılmış görüşme formu ve son basamağı olan STEM odaklı argümantasyon becerilerinin belirlenmesi için STEM odaklı proje formu veri toplama aracı olarak kullanılmıştır.

3.3.1. STEM farkındalık ölçeği

Bu araştırmanın amaçlarından biri olan fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarının belirlenmesi için öncelikle uygun veri toplama araçları incelenmiştir. Bu kapsamda STEM farkındalıkları ile ilgili alanyazın incelenmiş ve uygun bulunan, Çevik (2017) tarafından geliştirilen STEM Farkındalık Ölçeği (Ek-1) aracılığı ile katılımcılardan verilerin toplanması kararlaştırılmıştır. Ölçek, insanların bir konu hakkında duygu, düşünce, tutum, davranış farkındalık vb. gibi durumlarının ortaya çıkarılmasını sağlar (Çepni, 2021). Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarının belirlenmesi amacıyla STEM odaklı proje öncesinde Çevik (2017) tarafından geliştirilen STEM farkındalık ölçeği, 2019-2020 eğitim-öğretim yılı bahar dönemi başında öğrenim görmekte olan fen bilgisi öğretmen adaylarına yüz yüze olarak uygulanmıştır.

Bu çalışmada kullanılan farkındalık ölçeği Çevik (2017) tarafından 5'li likert tipine göre geliştirilmiş olup katılımcıların cevaplandırmaları için Kesinlikle Katılmıyorum (1), Katılmıyorum (2), Kararsızım (3), Katılıyorum (4) Kesinlikle Katılıyorum (5) şeklinde

seçenekler sunmaktadır. Toplam 15 madde içeren ölçek 12 olumlu, 3 olumsuz maddeden oluşmaktadır. 8, 9 ve 10. maddeler olumsuz olduklarından ters puanlanan maddelerdir. İlgili ölçek STEM'in öğrenciye, derse ve öğretmene yönelik etkisi olmak üzere üç alt boyuttan oluşmaktadır. Ölçekte bulunan alt boyutlar STEM'in öğrenciye yönelik 6, derse yönelik 5, öğretmene yönelik 4 madde ile değerlendirme yaparak farkındalıkların belirlenmesini sağlamaktadır. Alt boyutların Cronbach's Alpha güvenilirlik katsayısı sırasıyla .81, .71 ve .70 iken ölçeğin bütününe Cronbach's Alpha güvenilirlik katsayısı .82 olarak bulunmuştur (Çevik, 2017). Alanyazın tarandığında bir veri toplama aracının güvenilirlik katsayısının .70 veya daha üzerinde olması, güvenilirlik için yeterli bir değer olarak belirtilmektedir (Bayram, 2004; Büyüköztürk, Kılıç-Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2010). Ölçeğin geçerliliği için ise Çevik (2017) test tekrar test yöntemi kapsamında ölçeğin tekrar uygulanmasını sağlayarak birinci uygulamada standart sapma ve ortalamayı 0.52 ve 3.95 olarak tespit etmişken, ikinci uygulamada 0.53 ve 3.91 olarak tespit etmiştir. İlk ve ikinci uygulama değerlerinin birbirine çok yakın olması ölçeğin geçerliliğinin yüksek olduğunu göstermektedir.

Ölçeğin alt boyutlarına konu olarak baktığımızda, öğrenciye yönelik etkisi boyutu; öğretmen adaylarının analitik düşünme, eleştirel bakış açısı, el becerisi, motivasyon, özgüven kazandırması ile ilgili değerlendirmeler yapması ile ilişkinken STEM'in derse yönelik boyutu; üst düzey materyal kullanma, sınıf hakimiyeti, harcanan süre, öğrenilenleri günlük hayata yansıtma ve etkinliklerin öğretim programında yer alma durumuna yönelik ders süreci ile ilgili değerlendirmeler yapmasıyla ilişkilidir. Ölçeğin öğretmene yönelik etkisi boyutu ise STEM'in öğretmen için teknoloji kullanımı, etkinlikleri planlama, derste aktif olma ve kendini geliştirme konularına yönelik öğretmen adaylarının görüşlerinin alınması ile ilgilidir. Bu araştırmada bu ölçeğin tercih edilmesinin nedenlerinden biri de ölçeğin az sayıda maddeden oluşup katılımcıların soruları yanıtlarken sıkılmaması ve aynı konu ile ilgili soruların aynı kategoride toplanarak verilerin düzenli olarak sunulmasında kolaylıklar sağlamasıdır. Ayrıca ilgili ölçek katılımcıların STEM görüşlerinin belirlenmesi amacı ile kullanılan bir diğer veri toplama aracı olan yarı yapılandırılmış mülakat soruları ile içeriksel olarak uyduğundan bu çalışmada veri toplama aracı olarak kullanılmıştır.

3.3.2. Yarı yapılandırılmış görüşme

Görüşme, insanların bir konu hakkında neyi, neden düşündüklerini anlamak için onlarla sözlü iletişime girmektir. Görüşme daha çok, önceden belirlenmiş olan bir amaç doğrultusunda hazırlanan sorular kılavuzluğunda ya da o anda amaçlı olarak yöneltilen sorular

ile karşılıklı soru cevap tarzına dayalı olan bir eğitim süreci olarak tanımlanmaktadır. Görüşmenin asıl amacı, hedef bireyin araştırılan konu hakkındaki duygu, düşünce ve tutumlarının sistematik olarak ortaya çıkarılmasıdır (Çepni, 2009; Merriam, 2009; Patton, 2002; Türnüklü, 2000). Bu araştırmanın amaçlarından biri olan fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM görüşlerinin ortaya çıkarılması maksadı ile öncelikle uygun veri toplama araçları incelenmiştir. Bu kapsamda öğretmen ve öğretmen adaylarının STEM görüşlerinin belirlenmesi ile ilgili alanyazın incelenmiştir. Daha sonra katılımcıların geniş kapsamda STEM görüşlerini sunmalarını sağlayacak şekilde 12 adet yarı yapılandırılmış görüşme sorusu oluşturulmuştur. Oluşturulan sorular nitel araştırma konusunda uzman bir akademisyen tarafından incelenmiş ve incelemeye dayalı olarak bazı soruların aynı kavramlara odaklanmalarından dolayı çıkartılarak 10 adet yarı yapılandırılmış görüşme sorusu içerecek (Ek-2) şekilde yarı yapılandırılmış görüşme formunun son hali oluşturulmuştur. Görüşme soruları genel anlamda; katılımcıların STEM yaklaşımındaki disiplinlerle ilgili bilgileri, STEM eğitimi ile ilgili deneyimleri, STEM yaklaşımının avantaj ve dezavantajları ve STEM yaklaşımını ileride kullanma yönelimlerine odaklanarak STEM yaklaşımı hakkında görüşlerin ortaya çıkarılmasını amaçlamaktadır.

Bu çalışmada fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarının belirlenmesi amacıyla uygulanan ölçeğin detaylandırılması maksadıyla gönüllü olarak belirlenen 11 fen bilgisi öğretmen adayıyla yarı yapılandırılmış görüşme gerçekleştirilmiştir. Ölçekler yoluyla üzerinde çalışılan durumun genel bir resmi ortaya çıkartıldıktan sonra bu resimden çok özel bir kesit alınarak özel durum çalışmaları başlatılmaktadır (Çepni, 2021). Katılımcıların STEM yaklaşımıyla ilgili düşüncelerinin belirlenmesinde aynı konu hakkında farklı veri kaynaklarından (ölçek ve yarı yapılandırılmış görüşme) veri toplanılarak veri çeşitlenmesi sağlanmıştır. Veri üretiminde kullanılan çoklu araçlar araştırmanın inandırıcılığına, gerçeğe yakınlığına ve özgünlüğüne katkı sağlar (Patton, 2002).

3.3.3. STEM odaklı proje formu

Bu araştırmanın amaçlarından biri olan fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM odaklı argümantasyon becerilerinin belirlenmesi için araştırmacılar tarafından hazırlanmış STEM odaklı proje formu (Ek-3) veri toplama aracı olarak kullanılmıştır.

İlgili form öğretmen adaylarının STEM odaklı argümantasyon becerilerini tespit etmek amacıyla hazırlanmış olup öğretmen adaylarından güncel bir çevre problemine çözüm üretme süreçlerini detaylı bir şekilde yazmalarını beklemektedir. STEM odaklı proje formu

ilk olarak yazar tarafından STEM öğretimi yaklaşımında kullanılan Mühendislik Tasarım Aşamaları olan Bilgi Temelli Hayat Problemi ve Sınırlamalar, Bilgi Edinme, Fikir Geliştirme, Ürün Geliştirme, Test Etme ve Paylaşma bölümlerinden oluşacak şekilde hazırlamıştır. İlgili form fen eğitimi ve STEM alanında çalışan uzmanlar (1 profesör, 1 doçent) tarafından gözden geçirilmiştir. Özellikle çalışma kapsamında öğretmen adaylarının STEM odaklı argümantasyon becerilerini ortaya çıkarmak amaçlandığından, proje formundaki Mühendislik Tasarım Aşamalarının üçüncü bölümü olan Fikir Geliştirme aşamasındaki sorular uzmanlar ile birlikte revize edilerek öğretmen adaylarının STEM odaklı argümantasyon becerisini ortaya çıkartacak şekilde yeniden düzenlenmiştir. Özellikle çevre problemine çözüm üretme aşaması olan üçüncü (Fikir Geliştirme Aşaması) bölüm için hazırlanan sorular Toulmin argümantasyon modelindeki argümantasyon öğelerini göz önünde bulundurarak öğretmen adaylarını argümantasyon sürecine katılmaya teşvik edecek şekilde hazırlanmıştır. Bir argümantasyon sürecinde öğretmen tarafından oluşturulan sorular gerek yazılı gerekse de sözlü argümanların öğrenciler tarafından yapılandırmasında başlatıcı olarak kabul edildiğinden yol göstericidir. (Obsorne ve diğ., 2004). Fikir geliştirme aşamasındaki ilgili yol gösterici sorular şu şekildedir:

Bu çevre sorununun çözümü için çözüm öneriniz nedir? Bu çözüm önerisinin sorunu çözmek için etkili olacağını düşünüyor musunuz? Neden? Bu çözüm önerisi hangi durumlarda işe yarar hangi durumlarda işe yaramaz? Önerdiğiniz çözüm önerisi dışında da çözüm yolu var mıdır? Varsa neden bu yolu/yolları seçmediniz? Grup veya diğer arkadaşlarınızla yaptığımız beyin fırtınası sonucu çözüm öneriniz değişti mi? Değiştiyse neden ve nasıl değişti?

Yukarıdaki sorulardan da görüldüğü gibi Fikir Geliştirme aşamasında katılımcılar belirledikleri çevre problemiyle ilgili ortaya bir iddia sunmak, ilgili iddialarıyla ilgili veri ve gerekçe sunmak, iddialarının işe yaradığı ve yaramadığı (çürütme) durumları belirtmek ve alternatif çözüm önerilerini göz önünde bulundurarak karşıt iddialar oluşturmak için yazılı olarak yönlendirilmişlerdir. Katılımcıların yazılı argümantasyon becerileri bu sayede dokümanlar aracılığıyla toplanmıştır. İlgili form özellikle çevre probleminin tespit edilmesi, çözüm önerilerinin geliştirilmesi ve en uygun çözüm önerisinin belirlenmesi hususunda öğretmen adaylarını açık uçlu sorularla yazılı argümantasyona yönlendirmeyi sağlamıştır.

3.4. Verilerin Toplanması

Bu araştırmada fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM farkındalıkları, STEM görüşleri ve gerçekleştirdikleri STEM odaklı proje aracılığıyla STEM odaklı argümantasyon becerileri belirlenmiştir. Araştırmanın veri toplama basamakları Tablo 3.3.'te sunulmuştur.

Tablo 3.3. Araştırmanın veri toplama basamakları

1.Basamak	<ul style="list-style-type: none">• Amaca ulaşmak için uygun dersin belirlenmesi• STEM farkındalıkları için ölçeğin uygulanması
2.Basamak	<ul style="list-style-type: none">• STEM odaklı proje formunun hazırlanması• Dersin öğretim üyesi ve öğrenciler ile proje formunun paylaşılması ve açıklanması• Öğretmen adaylarının ilgili çevre problemini bulup proje formunu doldurmaları• Proje formlarının teslim edilmesi
3.Basamak	<ul style="list-style-type: none">• STEM görüşlerinin belirlenmesi için yarı yapılandırılmış görüşmelere katılımcı seçimi• Yarı yapılandırılmış görüşmelerin yapılması

Tablo 3.3.'te görüldüğü gibi bu araştırmada verilerin toplanması üç basamakta gerçekleştirilmiştir. İlk basamakta fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM farkındalıkları, STEM görüşleri ve argümantasyon becerilerinin incelenmesi amaçlandığından çalışmanın yürütülmesi maksadıyla STEM ve argümantasyona uygun derslerden olan çevre bilimi dersi, araştırmanın uygulanacağı ders olarak belirlenmiştir. Sonrasında ise katılımcıların STEM farkındalıklarının belirlenmesi maksadı ile belirlenen farkındalık ölçeği, 2019-2020 öğretim yılı bahar dönemi başında gerekli izinler alınarak katılımcılara araştırmacı tarafından yüz yüze olarak uygulanmıştır.

Veri toplama sürecinin ikinci basamağında ise fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM odaklı argümantasyon becerilerini kullanma derecelerinin belirlenmesi maksadıyla öncelikle STEM odaklı proje formu yazar tarafından oluşturulmuştur. Sonrasında ise fen eğitimi ve STEM alanında çalışan uzmanlar (1 profesör, 1 doçent) tarafından kontrol edilerek kullanıma hazır hale getirilmiştir. Daha sonra çevre bilimi dersi içerisinde dönem başında yazar ve dersin öğretim üyesi tarafından ilgili proje tanıtılmış, öğretmen adaylarının proje kapsamında kendilerine verilen STEM odaklı proje formunu nasıl dolduracakları açıklanmıştır. Katılımcılardan 3-4 kişilik gruplar oluşturmaları istenmiş ve bir çevre problemi belirleyerek ilgili formun aşamalarını takip ederek çözüm önerileri geliştirmeleri beklenmiştir. Normal koşullarda grupların yüz yüze çalışmalar aracılığı ile projelerini tamamlamaları ve dersin öğretim üyesine projelerini elden teslim etmeleri amaçlanmıştır. Fakat Mart 2020 tarihinde Covid 19 salgınından dolayı yüz yüze eğitime ara verilmiş ve eğitim-öğretim faaliyetleri

uzaktan eğitim şeklinde çevrimiçi olarak gerçekleşmiştir. Bu yüzden proje süresince katılımcılar dönem içerisinde ilgili projeyi tamamlamak için grup olarak çalışmalarını uzaktan ve çevrimiçi olarak gerçekleştirmişler ve dönem sonunda proje ödevlerini dersin öğretim üyesine çevrimiçi olarak teslim etmişlerdir.

Araştırmanın üçüncü basamağında ise katılımcıların STEM yaklaşımıyla ilgili görüşlerinin belirlenmesi amacıyla yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda katılımcı seçimlerinde gönüllülük esas alınmıştır. Gönüllülük esasına dayalı olarak çevre bilimi dersini alan, anket ve STEM odaklı projeye katılan 11 fen bilgisi öğretmen adayının STEM yaklaşımı hakkındaki görüşleri toplanmıştır. Bu kapsamda katılımcılara yarı yapılandırılmış görüşme sorularına verdikleri yanıtların bir tez çalışmasında kullanılacağına yönelik bilgilendirme yapıp verilerin kullanılmasına yönelik izinler alınmıştır. Normal koşullarda görüşmelerin yüz yüze yapılması amaçlanmıştır. Fakat Mart 2020 tarihinde Covid 19 salgınından dolayı yüz yüze eğitim-öğretim faaliyetlerine ara verilmiş eğitim-öğretim faaliyetleri uzaktan çevrimiçi olarak gerçekleşmiştir. Bu yüzden gönüllülük esasına dayalı olarak uygulanması amaçlanan yarı yapılandırılmış görüşme formu yüz yüze olarak değil, aynı soruların Google Formlar aracılığıyla oluşturulmuş halinin öğretmen adaylarına yazılı olarak ulaştırılması ile çevrimiçi ortamda yazılı olarak toplanmış ve çevrimiçi ortamda yazılı olarak teslim alınmıştır.

3.5. Verilerin Analizi

Karma yöntemde hem kapalı hem de açık uçlu sorular kullanılmaktadır (Creswell, 2013). Ölçek ve psikolojik testlerde olduğu gibi nicel veriler genellikle kapalı uçlu sorular iken nitel veriler önceden cevapları bilinmeyen açık uçlu sorulardır (Creswell, 2013). Bu çalışmada fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarının belirlenmesinde kullanılan bir ölçek ile nicel veriler, yarı yapılandırılmış görüşme formu ve STEM odaklı proje formu ile de nitel veriler toplanmıştır.

Bu çalışmada katılımcıların STEM farkındalıklarının belirlenmesi için nicel araştırma yöntemlerinden tarama yöntemi kullanılmıştır. Tarama yöntemi mevcut durumun tespit edilip daha çok araştırılmak istenilen problemin “Mevcut durumu nedir?” ve “Neredeyiz?” sorularına cevap aramak için yapılmaktadır (Çepni, 2021). Bu nedenle bu araştırmanın nicel bölümde fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM farkındalıkları tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu çalışmada katılımcıların STEM farkındalıklarının belirlenmesi amacıyla veriler bir ölçek yardımıyla elde edilmiş ve betimsel istatistik ile analiz edilmiştir.

Bu araştırmanın ikinci bölümünde katılımcıların STEM yaklaşımı hakkında görüşlerinin belirlenmesi amacıyla nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması kullanılmıştır. Durum çalışması gerçek yaşamda sınırlandırılmış bir sistem (bir durum) içerisinde incelenen güncel olgu, olay hakkında “Nasıl?”, “Niçin?” ve “Ne?” soruları temel alınarak kendi gerçek yaşam çerçevesi içerisinde olgu veya olay hakkında katılımcıların neyi neden düşündüklerini ortaya çıkarılması amacıyla yapılır. Bu çalışmada 2019-2020 eğitim-öğretim yılı bahar döneminde bir üniversitenin Fen Bilgisi Öğretmenliği Programı 3. Sınıfında öğrenim görmekte olan fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM yaklaşımı ile ilgili görüşlerinin ortaya çıkarılması amacıyla toplanan yarı yapılandırılmış görüşme soruları, içerik analizi yöntemiyle analiz edilmiştir.

Araştırmanın son basamağında ise katılımcıların STEM odaklı argümantasyon becerilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda nitel araştırmalarda kullanılan veri toplama araçlarından olan yazılı dokümanlar kullanılmıştır. Katılımcıların STEM odaklı argümantasyon becerilerinin belirlenmesi için STEM odaklı proje formu aracılığıyla toplanan veriler betimsel içerik analizi yöntemiyle analiz edilmiştir.

3.5.1. STEM farkındalıkları ölçeği analizi

Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarının belirlenmesi amacıyla Çevik (2017) tarafından geliştirilen ölçek aracılığıyla elde edilen veriler, çözümlenme aşamasında SPSS (Statistical Package for Social Sciences) programına aktarılıp betimsel istatistiki analizler yapılmıştır. Ölçekte bulunan olumlu maddeler Kesinlikle Katılmıyorum (1), Katılmıyorum (2), Kararsızım (3), Katılıyorum (4), Tamamen Katılıyorum (5) şeklinde puanlanırken, olumsuz madde içeren; 8, 9 ve 10. maddeler bu puanlamanın tersi olacak şekilde kodlanmıştır. Daha sonra ise ölçeğin puan aralığı hesaplanmıştır. Ölçeğin puan aralığının belirlenmesi için, Puan Aralığı = (En Yüksek Değer – En Düşük Değer) / 5 = (5 – 1) / 5 = 4/5 = 0.80) formülü ile aralık katsayısı bulunmuştur. STEM Farkındalık Ölçeği’nden elde edilen verilerin yorumlanmasında belirlenen puan aralıkları Tablo 3.4.’te verilmiştir.

Tablo 3.4. Ölçeğin aritmetik ortalamasını yorumlamada kullanılan derecelendirme

Puan Aralığı	Derecelendirilmesi
1.00/1.79	Kesinlikle Katılmıyorum
1.80/2.59	Katılmıyorum
2.60/3.39	Kararsızım
3.40/4.19	Katılıyorum
4.20/5.00	Tamamen Katılıyorum

Tablo 3.4.'te belirlenen puan aralıkları kullanılarak ölçeği oluşturan maddelerin ortalamaları ve ölçeğin üç alt boyutunun ortalamaları göz önünde bulundurularak veriler yorumlanmıştır. Puan aralıklarına göre sonuçlar katılıyorum veya tamamen katılıyorum aralığında ise katılımcıların o maddeyle ilgili farkındalıklarının yüksek düzeyde olduğu, katılmıyorum veya kesinlikle katılmıyorum aralığında ise katılımcıların o maddeyle ilgili farkındalıklarının düşük düzeyde olduğu şeklinde yorumlar yapılmıştır. Kararsızım aralığına denk gelen maddeler için ise kararsızlık yaşadıkları şeklinde yorumlanmıştır.

3.5.2. STEM görüşleri için görüşmelerin analizi

Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM yaklaşımıyla ilgili görüşlerinin belirlenmesi amacıyla yarı yapılandırılmış görüşme formu aracılığıyla toplanan veriler, içerik analizi yöntemiyle analiz edilmiştir. İçerik analizi yöntemi verilerin dört aşamada analiz edilmesi sürecini kapsar. Bunlar: (1) verilerin kodlanması, (2) kod, alt tema ve temaların bulunması, (3) kod, alt tema ve temaların düzenlenmesi ile (4) bulguların tanımlanması ve yorumlanması (Eysenbach ve Köhler, 2002; Miles ve Huberman, 1994). Bu kapsamda ilk olarak katılımcıların STEM görüşleri ile ilgili yarı yapılandırılmış görüşme sorularına vermiş oldukları yanıtlar baştan sona detaylı olarak okunmuştur. Daha sonra bu detaylı okumalardan kodlamalar oluşturulmuştur. Kodlamaların uygun olarak birleştirilmesiyle alt temalar geliştirilmiştir. Alt temaların uygun şekilde birleştirilmesiyle temalar oluşturulmuştur. Bununla birlikte temalar oluşturulurken kullanılan STEM farkındalık ölçeğinin alt boyutları göz önünde bulundurulmuştur. Eğer katılımcıların görüşleri farkındalık ölçeğinin üç alt boyutuna uygun değilse yeni temalar oluşturulmuştur. Bu kapsamda katılımcıların STEM görüşleri için farkındalık ölçeğinin alt boyutları olan STEM'in öğrenci için avantaj ve dezavantajları, STEM'in öğretmen için avantaj ve dezavantajları ve STEM'in ders için avantaj ve dezavantajları şeklinde temalar oluşturulmuştur. Bunun dışında ise STEM tanımı, STEM'in önemi ve STEM yaklaşımını öğretimde kullanma yönelimleri şeklinde temalar oluşturularak katılımcıların STEM görüşleri sunulmuştur.

Bu araştırmada görüşmelerin analizi yapılırken öğretmen adaylarının tanımlamaları geniş olduğundan aynı kod birden fazla alt temada kullanılmıştır. Örneğin STEM'in öğrenci açısından avantajlarına yönelik sorulan soruya öğretmen adaylarının vermiş olduğu yanıtlar incelendiğinde ÖA4'ün *“Bu etkinlikler [STEM temelli etkinlikler] öğrencilerin özgüvenli, bilimi seven, etrafını sorgulayan, analitik düşünebilen, yaratıcılığını kaybetmemiş bireyler olarak yetiştirilmesine katkı sağlayacaktır.”* şeklindeki görüşü kodlanırken STEM'in

öğrenciye yönelik avantajlarından özgüven kazandırma ve üst düzey becerilerini geliştirme şeklinde iki farklı alt temaya alınarak aynı kod birden fazla alt temada kullanılmıştır.

STEM görüşlerinin kapsamlı bir şekilde elde edilebilmesi için mülakat soruları alanyazın kullanılarak belirlenmiş ve son hali üç uzmandan görüş alarak şekillendirilerek geçerlilik sağlanmıştır. STEM görüşleri için yapılan analizlerin güvenilirliği için ise yazar tüm mülakat verilerini detaylı bir şekilde okuyarak kodlamaları, alt tema ve temaları oluşturmuştur. Görüşmelerin analizleri nitel veri analizi konusunda uzman bir akademisyen tarafından da ikinci kez gerçekleştirilmiş olup uyumsuzluk durumlarında bir araya gelinerek uyumsuzluklar konusunda ortak bir görüşe varılmıştır.

3.5.3. STEM odaklı argümantasyon becerilerinin analizi

Fen bilgisi öğretmen adaylarının argümantasyon becerilerinin belirlenebilmesi amacıyla katılımcılar STEM odaklı proje formundaki sorular aracılığı ile yazılı argümantasyon sürecine yönlendirilmişlerdir. Toplanan yazılı dökümanların analizinde betimsel içerik analizi yöntemi kullanılmıştır. Betimsel analiz, bulguların düzenlenmiş ve yorumlanmış bir şekilde okuyucuya sunulması maksadıyla verilerin sistematik ve açık bir şekilde betimlenerek bulguların sunulmasıdır. Betimsel içerik analizinde ise görüşülen ya da gözlenen bireyin görüşlerinin çarpıcı bir biçimde ifade edilmesi maksadıyla doğrudan alıntılara yer verilir (Yıldırım ve Şimsek, 2019). Bu çalışmada fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM odaklı argümantasyon becerileri tablolar ile özetlenirken tabloların örneklendirilmesinde katılımcıların STEM odaklı forma vermiş oldukları yanıtlara ilişkin alıntılara doğrudan yer verilmiştir. STEM odaklı formdaki üçüncü bölüm olan Fikir Geliştirme bölümü STEM odaklı argümantasyon becerilerinin analiz edilmesinde incelenen esas bölüm olarak ele alınmıştır. Eğer bu bölümde cevap bulunamamışsa formun diğer kısımları olan Problemin Tespit Edilmesi ve Sınırlandırılması, Ürün Geliştirme ve Test Etme ve Paylaşma bölümlerine bakılmıştır.

Bu çalışmada katılımcıların argümantasyon becerileri temelde Toulmin Argümantasyon Modeli temel alınarak betimsel içerik analiz yöntemiyle analiz edilmiştir. Toulmin'in Argümantasyon Modeline (1958) göre bir argümantasyonu oluşturan altı öge vardır. Bu ögeler iddia, veri, gerekçe, destekleyici, niteleyici ve çürütme ögeleridir. Bu ögelerden iddia, veri, gerekçe ve destekleme temel ögeler iken niteliyici ve çürütmeler karmaşık bileşenlerdendir. Fen bilgisi öğretmen adaylarının argümantasyon becerilerinin belirlenmesi amacıyla ilk olarak ham veriler Excel'e aktarılmıştır. Yazılı argümantasyon

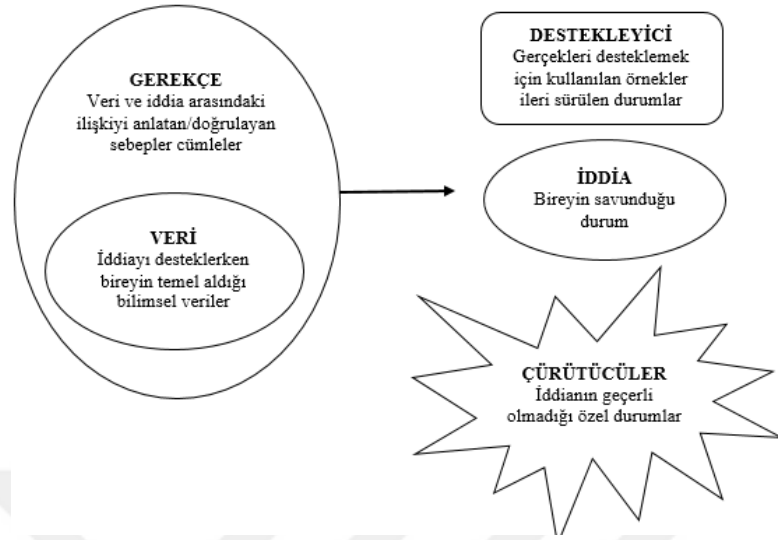
metinlerinde yer alan ifade, cümle ve diğer cümle elemanları argümantasyon bileşenlerinden iddiayı mı, veriyi mi, gerekçeyi mi, destekleyiciyi mi veya çürütmeleri mi ifade edip etmediğine göre sınıflandırılmıştır. Katılımcılardan alınan cevapların bir bölümü bu şekilde analiz edildikten sonra alanında uzman akademisyen tarafından incelenmiş, alınan olumlu dönüt sonrasında kalan veriler de analiz edilmiştir. Katılımcıların kendi belirledikleri çevre problemlerine çözüm üretme süreçlerindeki yazılı argümantasyon metinleri Toulmin argümantasyon bileşenlerinden iddia, veri, gerekçe, destekleme ve çürütme öğelerine göre ayrıldıktan sonra argümantasyon becerilerinin belirlenmesi amacıyla alanyazından farklı argümantasyon değerlendirme modelleri incelenmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda argümantasyon kalitelerinin tespiti için Toulmin'in Argümantasyon Modelini temel alan Şahin (2014) tarafından geliştirilen "Argüman Yapısı Puanlama Anahtarı" kullanılarak katılımcıların argümantasyon kaliteleri belirlenmiştir. Argümantasyon kaliteleri belirlendikten sonra argümantasyon seviyelerinin tespiti için Erduran ve diğerleri (2004) tarafından geliştirilen "Argümantasyon Seviyeleri" analitik rubriği kullanılarak da argümantasyon seviyeleri belirlenmiştir.

Argüman kalitesi için puanlama anahtarı

Argüman yapısı puanlama anahtarı Toulmin'in argümantasyon modeli temel alınarak Şahin (2014) tarafından geliştirilmiştir. Toulmin'e göre bir argümantasyonu oluşturan temel öğeler iddia, veri, gerekçe ve destekleyici öğeler iken, çürütme ve niteleyici öğeleri bir argümantasyonu oluşturan karmaşık öğelerdendir. Şahin (2014) tarafından geliştirilen puanlama anahtarında bu karmaşık öğelerden niteleyici ögesi bir argümantasyonun gücünü arttırmak için kullanılan muhtemelen, büyük olasılıkla ve kesinlikle gibi destekleyici ifadeler olduğundan ayrı bir öge altında incelenmemiştir. Bu yüzden bu puanlama anahtarına göre değerlendirilen argümantasyon yapıları incelenirken analizlerde beş öge; iddia, veri, gerekçe, destekleyici ve çürütme bileşenleri kullanılarak incelenmektedir.

Şahin (2014) tarafından geliştirilen puanlama anahtarının kullanıldığı dördüncü ve beşinci sınıf öğrencilerinin argüman yapılarının incelendiği bir çalışmada katılımcıların argümantasyon sürecinde bir iddia ortaya atarken veri ögesini gerekçe ögesinin içerisine yerleştirerek kullandıkları farkedilmiştir. Bundan dolayı geliştirilen puanlama anahtarına göre veri ve gerekçe öğeleri aynı kategori içerisine alınarak incelenmektedir (Şahin, 2014). Argüman yapısı puanlama anahtarında ve bu anahtarı kullanarak argümantasyon analizi yapan çalışmalarda veri ve gerekçenin ortak bir kategoriye alınarak incelendiği ve özellikle sunulan gerekçedeki verilerin bilimsel olup olmamasına göre değerlendirme yapıldığı görülmektedir

(Şahin, 2014; Karakaş ve Sarıkaya, 2019). Toulmin'in argümantasyon öğelerinde yukardaki değişiklikler yapılarak yeniden düzenlenen argümantasyon öğeleri Şekil 3.1.'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Çalışmanın amacına göre düzenlenmiş Toulmin'in argümantasyon öğeleri (Şahin, 2014).

Şahin (2014) tarafından geliştirilen puanlama anahtarı aracılığı ile fen bilgisi öğretmen adaylarının argümantasyon kaliteleri belirlenmiştir. Bu puanlama anahtarı Tablo 3.5.'te verilmiştir.

Tablo 3.5. Argüman yapısı puanlama anahtarı.

İddia	0 (Yok)	1 (zayıf)	2 (güçlü)
Bir iddia veya orijinal soruyu cevaplar	Bir iddia yok veya kesin olmayan iddia	Kesin fakat tanımlanmamış iddia	Kesin ve tam bir iddia
Veri-Gerekçe	0 (Yok)	1 (zayıf)	2 (güçlü)
Bilimsel veri iddiayı destekler, verinin iddiayı desteklemesi için yeterli ve uygun olmasına ihtiyaç vardır.	Yanlış ya da hiç verilmemiş	Günlük yaşamdaki deneyimlerden sunulan veri	Karşılaştırma yaparak veriyi sağlamış, Deneysel ve bilimsel verilerden yararlanılmış.
	Yanlış ya da hiç verilmemiş	Yetersiz akıl yürütme	Bilimsel veri ile desteklenmiş yeterli akıl yürütme
Destekleyici	0 (Yok)	1 (zayıf)	2 (güçlü)
Destekleyicinin kavramsal kalitesi	Destekleyici yok, yanlış ya da hiç verilmemiş	Bir tane destekleyici var	Birden fazla destekleyici var
Çürütücüler	0 (Yok)	1 (zayıf)	2 (güçlü)
Karşıt iddiaya yönelik verilen açıklamalar	Çürütücü yok, yanlış ya da hiç verilmemiş	Bir tane çürütücü var	Birden fazla çürütücü var

*Bu tablo Şahin, 2014, s. 97' den alınmıştır.

Tablo 3.5.'teki puanlama anahtarı argümantasyon bileşenlerinden iddia, veri, gerekçe, destekleme ve çürütme ögelerinin varlığı üzerine odaklanmakta ve bileşenlerin zayıf/güçlü olmasına göre puanlamalar yapmaktadır. Katılımcıların argümantasyon kalitesi incelenirken her bir argümantasyon ögesinin yokluğunda 0 puan, var ama zayıf olması durumunda 1 puan ve güçlü olması durumunda ise 2 puan verilmektedir. Bu kapsamda ilgili puanlama anahtarına göre bir argüman en düşük 0, en yüksek ise 8 puan alabilmektedir. Puanların 8'e yakın olması argümantasyonun kaliteli olduğunu gösterirken, puanların 0 yakın olması argümantasyonun kalitesinin düştüğünü göstermektedir.

Argümantasyon seviyeleri için analitik rubrik

Argümantasyon seviyeleri analitik rubriği Erduran ve diğerleri (2004) tarafından Toulmin argümantasyon modeli temel alınarak geliştirmiştir. Argümantasyon seviyeleri analitik rubriği argümantasyon ögelerinden iddia, veri, gerekçe, destekleyici ve çürütücü ögelerini içermektedir. Bu rubriğe göre tüm argümantasyon ögelerinin argümantasyon sürecinde yer alıp almaması önemlidir. Ayrıca ilgili rubrik argümantasyon ögelerinden çürütme ögesinin hem varlığına hem de yapısına (içeriksel) odaklanarak değerlendirime yapmaktadır.

Toulmin argümantasyon modeline göre bir argümantasyon sürecini oluşturan temel ögeler: iddia, veri, gerekçe ve destekleme ögeleri iken niteleyici ve çürütme ögeleri daha karmaşık bileşenlerdendir. Erduran ve diğerleri (2004) tarafından geliştirilen analitik rubrikte ise bu karmaşık bileşenlerden çürütme ögesinin varlığına odaklanılarak argümantasyon seviyelerinin tespit edildiği görülmektedir. Argümantasyon seviyeleri belirlenirken dikkat edilen en önemli nokta çürütme ögesinin varlığı ya da yokluğudur (Sampson ve Clark, 2008). Kuhn (1991), bu bağlamda çürütme oluşturma becerisinin argüman ve karşı argümanın daha geçerli olduğu durumları dikkate alarak alternatif ve orijinal teorileri birbirlerine entegre edilmesine bağlı olduğunu öne sürmüştür. Bu nedenle öğrenciler, daha yüksek bir argümantasyon becerisini gösteren bir karşı argüman ile karşılaştıklarında kendi argümanlarını desteklemek için karşı argümana yönelik çürütmeleri kullanabilirler (Sadler ve Donnelly, 2006). Bu yüzden ilgili analitik rubrikte çürütme bulduran argümantasyon seviyeleri çürütme buldurmeyen argümantasyon seviyelerine göre daha kaliteli argümantasyonlar olarak değerlendirilmektedir. Bu rubrikteki seviyeler her ne kadar çürütmelerin varlığı ya da yokluğunu temel alınarak belirlense de Toulmin (1958) tarafından ortaya konmuş iddia, veri, gerekçe ve destekleyici ögelerini de kapsadığı görülmektedir (Demircioğlu, 2011). Erduran ve diğerleri (2004) tarafından geliştirilen analitik rubrikte her

bir seviyenin kendi içerisinde hiyerarşik bir üstünlüğe göre değerlendirilerek seviyelendirildiği görülmektedir. Bu seviyeler Tablo 3.6.'da detaylı olarak gösterilmiştir.

Tablo 3.6. Argümantasyon seviyeleri analitik rubriği.

Seviye 1	Basit bir iddia ve karşı iddia veya basit bir iddia ile başka bir iddia
Seviye 2	İddia ile başka bir iddia ve bunlarla birlikte veri, gerekçe veya destekleyici olabilir ancak çürütme(ler) görülmez.
Seviye 3	İddialar serisi ve karşı iddialar ve bunlarla birlikte veri, gerekçe veya destekleyici olabilir ve nadiren zayıf çürütme
Seviye 4	İddia ile birlikte net bir biçimde tanımlanabilen çürütme
Seviye 5	Genişletilmiş bir argüman ve birden fazla net bir şekilde tanımlanabilir çürütme

*(Erduran, Simon ve Osborne, 2004)

Tablo 3.6. detaylı olarak incelendiğinde birbiri üzerine hiyerarşik bir sıra ile puanlanan seviyeler görülmektedir. Argümantasyon seviyeleri analitik rubriği beş argümantasyon seviyesinden oluşmaktadır. Bir argümantasyonda sadece iddia ve karşı iddialar varsa Seviye 1; iddianın yanında en az bir tane veri, gerekçe veya destekleme öğelerinden herhangi birinin veya hepsinin bulundurulması durumunda Seviye 2; iddiayla birlikte veri veya gerekçelerin yanında zayıf çürütmelerinde görüldüğü argümantasyonlar Seviye 3; açıkça tanımlanabilen çürütmenin varlığı yada birden fazla çürütmenin olması durumu Seviye 4 ve 5 olarak değerlendirilmektedir. Bu kapsamda Seviye 3, 4 ve 5'in çürütmelerin olduğu; Seviye 1 ve 2'nin çürütmelerin olmadığı argümantasyon sürecini değerlendirmek için kullanıldığı görülmektedir. Seviye 3, 4 ve 5 çürütme öğeleri içerdiğinden Seviye 1 ve 2'ye göre daha kaliteli argümantasyon süreci olarak değerlendirilmektedir.

Çürütme ögesi varlığına göre belirlenen argümantasyonların kalitelerinin Seviye 3, 4 ve 5 şeklinde belirlenmesinde Erduran ve diğerleri (2004) tarafından geliştirilen analitik rubriğe göre çürütme ögesi zayıf bir çürütme ise Seviye 3; net bir çürütme ise Seviye 4 ve birden fazla net bir çürütme ise Seviye 5 şeklinde ayırım yapıldığı görülmektedir. Bu kapsamda incelenen çürütmelerin net bir çürütmemi yoksa zayıf bir çürütme mi olduğunu tespit etme sorunu ortaya çıkmaktadır. İlgili analitik rubrik bu noktada argümantasyonda eğer çürütme ögesinin diğer öğeler ile yani veri, gerekçe ve desteklemeler ile ilişkilendirilmesi durumu görülüyorsa çürütme net olarak değerlendirilmektedir. Eğer çürütme veya karşı iddia çürütmeleri yalnızca iddianın geçerli olmadığı durumları içeriyor ve herhangi bir argümantasyon ögesi ile desteklenmiyor ise çürütme zayıf olarak değerlendirilmektedir (Demircioğlu, 2011; Soysal, 2012).

Bu çalışmada fen bilgisi öğretmen adaylarının güncel bir çevre problemine çözüm üretme süreçlerindeki argümantasyon becerilerinin değerlendirilmesinde argümantasyon seviyeleri analitik rubriğini kullanmamızın nedeni bu analitik rubrik bir argümantasyonun bilimsel olarak doğruluğu ya da yanlışlığına odaklanmaktan ziyade ortaya konulan argümantasyon sürecinin kalitesinin belirlenmesinde öğelerin varlığına ve kullanılma durumuna odaklanmasıdır. Yani bu analitik rubrik ile bu çalışmada yer alan güncel bir çevre sorununa çözüm üretilmesi sürecinde ortaya konulan argümantasyon süreçlerinin içermiş olduğu bilimsel bilgiler, bu bilgilerin doğru olup olmamasına değil de bireylerin ortaya koydukları iddia, veri, gerekçe ve çürütme öğelerinin varlığı ve kalitesi dikkate alınmıştır. Ayrıca bu rubrikte argümantasyon analizini kolaylaştırıcı noktaların yer alması ve argümantasyon seviyelerini hiyerarşik yapısı nedeniyle kolay ve net bir şekilde belirlenebilmesinden dolayı kullanılmıştır (Soysal, 2012). Bu kapsamda çalışmada toplamış olduğumuz argümantasyon verileri Erduran ve diğerleri (2004) tarafından geliştirilen argümantasyon seviyeleri analitik rubriğinin kriterlerini sağlayıp sağlamama durumuna göre değerlendirilerek fen bilgisi öğretmen adaylarının argümantasyon seviyelerinin ne seviyede olduğu tespit edilmiştir.

Argümantasyon analizlerinin güvenilirlik ve geçerliği

Çalışmanın yazılı argümantasyon metinlerine ait yazılı tüm verileri bir uzman ve bir araştırmacı tarafından defalarca, farklı zamanlarda ve farklı yerlerde okuyarak argümantasyon yapılarına göre analiz etmiştir. Analiz süreci sonunda iki farklı araştırmacının sonuçları karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma sürecinde farklı şekilde değerlendirilen yapıların sebebi araştırmacılar tarafından tartışılmış ve son kararın alınması için araştırmacılar birbirlerini ikna etme yoluna gitmiştir. Son olarak iki araştırmacının analizleri arasındaki farklılıklar karşılaştırılmış ve nihai analiz sonuçlarına ulaşılmıştır. Sonuçların güvenilirliği için Miles ve Huberman (1994) formülü ($[(\text{Güvenirlik} = \text{görüş birliği sayısı} / (\text{toplam görüş birliği} + \text{görüş ayrılığı sayısı})) * 100]$) kullanılmıştır. Yapılan hesaplamalara göre (162/175:0,926) puanlayıcılar arasındaki uyum .926 bulunmuştur. Bu sonuç, yapılan analizlerin güvenilir olduğunu, cevaplayıcılar arasında görüş birliği olduğunu göstermektedir.

BÖLÜM 4

4. BULGULAR

Bu araştırmada fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarının, STEM ile ilgili görüşlerinin ve aldıkları çevre bilimi dersi kapsamında gerçekleştirdikleri güncel bir çevre problemine çözüm üretme projesi (STEM Odaklı Proje) kapsamında STEM odaklı argümantasyon becerilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaca ulaşmak için fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM farkındalıkları hangi düzeydedir, STEM yaklaşımıyla ilgili görüşleri nelerdir ve çevre bilimi dersi kapsamında gerçekleştirdikleri bir çevre problemine çözüm üretme sürecinde sergiledikleri STEM odaklı argümantasyon becerileri (kalite ve seviyeleri) ne düzeydedir sorularına cevap vermeye çalışılmıştır. Bu bölümde ilgili üç temel soruya cevap verecek şekilde öncelikle katılımcıların STEM farkındalıkları ile ilgili bulgular, sonrasında STEM görüşleriyle ilgili bulgular ve en sonda ise gerçekleştirdikleri STEM odaklı projeler kapsamında STEM odaklı argümantasyon becerileri (argümantasyon kalitesi ve argümantasyon seviyesi) olmak üzere bulgular üç bölümde sunulmuştur.

4.1. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının STEM Farkındalıklarına Yönelik Bulgular

Bu başlık altında çalışmanın ilk araştırma sorusunun odağı olan fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM farkındalıkları ile ilgili bulgulara yer verilmiştir. Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarını belirlemek amacıyla Çevik (2017) tarafından geliştirilen STEM farkındalık ölçeği kullanılmıştır. İlgili ölçek toplamda üç farklı alt boyuttan oluşmaktadır. Bunlardan ilki STEM yaklaşımının öğrenciye yönelik etkisine odaklanırken, ikincisi derse yönelik etkisine ve üçüncüsü ise STEM yaklaşımının öğretmene yönelik etkisine odaklanmaktadır. Bu yüzden ölçekten elde edilen bulgular bu üç alt boyuta göre belirlenen başlıklar altında sunulmuştur.

4.1.1. STEM yaklaşımının öğrenciye yönelik etkisi

Katılımcılara uygulanan STEM yaklaşımının öğrenciye yönelik etkisi kapsamında ilgili ölçekte 6 farklı madde kullanılmıştır. Bu 6 maddenin genel ortalaması ve her bir maddeye verilen yanıtların ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanmıştır. Fen bilgisi öğretmen adaylarının ölçek maddelerine verdikleri yanıtlarla ilgili bulgular Tablo 4.1.'de sunulmuştur. Tablo 4.1. genel olarak incelendiğinde katılımcıların yüksek oranda (\bar{x} : 4.41) STEM yaklaşımının öğrenciye yönelik olumlu etkilere sahip olduğunun farkında olduklarını söyleyebiliriz. STEM yaklaşımının öğrenciye yönelik etkileriyle ilgili 6 maddenin her birinin ortalamalarından da görülebileceği gibi katılımcıların bu maddelerle ilgili tercihlerinin

katılıyorum ve kesinlikle katılıyorum aralığında olduğu ve ölçeğin bu kısmı için farkındalıkların yüksek olduğu görülmektedir.

Tablo 4.1. STEM yaklaşımının öğrenciye yönelik etkisiyle ilgili sonuçlar.

Maddeler		Kesinlikle	Katılmıyorum	Kararsız	Katılıyorum	Kesinlikle	\bar{x}	s.s
		Katılmıyorum	Katılmıyorum	Katılmıyorum	Katılmıyorum	Katılmıyorum		
1. STEM eğitimi öğrencilerin el becerilerinin artmasına katkıda bulunur.	f	1	1	0	26	37	4.49	.732
	%	1.5	1.5	0	40.0	56.9		
2. STEM eğitimi öğrencilerin analitik düşünme becerilerini geliştirir.	f	2	0	1	25	35	4.46	.812
	%	3.1	0	1.5	38.5	56.9		
3. STEM eğitimi öğrenciyi derse motive eder.	f	1	2	3	33	26	4.25	.811
	%	1.5	3.1	4.6	50.8	40.0		
4. STEM eğitimi öğrencilerin problem çözme becerilerini artırır.	f	1	2	2	20	40	4.48	.831
	%	1.5	3.1	3.1	30.8	61.5		
5. STEM eğitimi uygulamaları öğrencilerin kendine güvenini artırır.	f	2	1	5	22	35	4.34	.923
	%	3.1	1.5	7.7	33.8	53.8		
6. STEM eğitimi öğrencilerin eleştirel bakış açısı kazanmalarını destekler.	f	2	1	5	14	43	4.46	.937
	%	3.1	1.5	7.7	21.5	66.2		
Öğrenciye Yönelik Etki: 4.41								

Tablo 4.1. detaylı incelenecek olursa; katılımcı öğretmen adaylarının yüksek oranda STEM yaklaşımının öğrencilerin el becerilerinin artmasına katkıda bulunduğu farkında oldukları söylenebilir (\bar{x} : 4.49). Benzer şekilde katılımcıların STEM eğitiminin öğrencilerin analitik düşünme becerilerini geliştirdiğini (\bar{x} : 4.46), öğrenciyi derse motive ettiğini (\bar{x} : 4.25), öğrencilerin problem çözme becerilerini arttırdığını (\bar{x} : 4.48), öğrencilerin özgüvenlerini desteklediğini (\bar{x} : 4.34) ve öğrencilerin eleştirel bakış açısı kazanmalarını teşvik ettiği (\bar{x} : 4.46) konusunda yüksek farkındalığa sahip olduklarını da söyleyebiliriz.

4.1.2. STEM yaklaşımının derse yönelik etkisi

Katılımcılara uygulanan STEM yaklaşımının derse yönelik etkisi kapsamında ilgili ölçekte 5 farklı madde kullanılmıştır. Bu 5 maddenin genel ortalaması ve her bir maddeye verilen yanıtların ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanmıştır. Fen bilgisi öğretmen adaylarının anket maddelerine verdikleri yanıtlarla ilgili bulgular Tablo 4.2.'de sunulmuştur. Tablo 4.2. genel olarak incelendiğinde katılımcıların yüksek oranda (\bar{x} : 3.78) STEM yaklaşımının derse yönelik olumlu etkilere sahip olduğunu farkında olduklarını

söyleyebiliriz. STEM yaklaşımının derse yönelik etkileriyle ilgili 5 maddenin her birinin ortalamalarından da görülebileceği gibi katılımcıların bu maddelerle ilgili tercihlerinin kararsızım ve katılıyorum aralığında olduğu ve ölçeğin bu kısmı için farkındalıklarının yüksek olduğu görülmektedir.

Tablo 4.2. STEM yaklaşımının derse yönelik etkisiyle ilgili sonuçlar.

Maddeler		Kesinlikle	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle	\bar{x}	s.s	
		Katılıyorum	Katılmıyorum			Katılmıyorum			
7. STEM eğitiminin dersten günlük hayata yansımaları kaçınılmazdır.	f	1	2	6	31	25	4.18	.846	
	%	1.5	3.1	9.2	47.7	38.5			
8* STEM eğitimi için üst düzey materyallere ihtiyaç vardır.	f	9	10	20	19	7	3.08	1.203	
	%	13.8	15.4	30.8	29.2	10.8			
9* STEM eğitimi uygulaması derste sınıf hakimiyetini olumsuz etkiler.	f	4	5	16	28	12	3.60	1.072	
	%	6.2	7.7	24.6	43.1	18.5			
10* STEM eğitimi etkinliği derste çok zaman kaybettirir.	f	2	6	20	20	17	3.68	1.062	
	%	3.1	9.2	30.8	30.8	26.2			
11. STEM eğitimi etkinlikleri öğretim programlarında yer almalıdır.	f	1	1	6	24	33	4.34	.834	
	%	1.5	1.5	9.2	36.9	50.8			
Derse Yönelik Etkisi: 3.78									

* İşaretili maddeler olumsuz maddeler olduğu için analizlerde ters çevrilmiştir.

Tablo 4.2. detaylı incelenecek olursa; katılımcı öğretmen adaylarının yüksek oranda STEM eğitimi etkinliklerinin öğretim programında yer alması gerekliliği, farkındalığına sahip oldukları söylenebilir (\bar{x} : 4.34). Benzer şekilde katılımcıların STEM eğitiminin dersten günlük hayata yansımalarının kaçınılmaz olduğu (\bar{x} : 4.18) farkındalığına da sahip oldukları görülmektedir. STEM eğitimi etkinliğinin derste çok zaman kaybettirdiği (\bar{x} : 3.68) ve STEM eğitimi etkinliğinin derste sınıf hakimiyetini olumsuz etkilediği (\bar{x} : 3.60) konusunda ise kararsızım ile katılıyorum aralığında destek verdiklerini söyleyebiliriz. Katılımcılar STEM eğitiminin derste zaman kaybettirmesi konusunda farkındalıklarının katılıyorum aralığında olması öğretmen adaylarının STEM eğitiminin derste fazla zaman kaybettirdiği konusunda farkındalığına sahip olduklarını göstermektedir. Bir diğer madde olan STEM eğitiminin derste sınıf hakimiyetini olumsuz etkilediği konusunda ise kararsız kaldıkları görülmektedir. Katılımcıların yanıtlarına göre STEM yaklaşımının derse yönelik etkisi boyutunda en düşük düzeye sahip maddenin “STEM eğitimi için üst düzey materyallere ihtiyaç vardır” maddesi

(\bar{x} : 3.08) olduğu belirlenmiştir. Katılımcıların STEM eğitimi için üst düzey materyale ihtiyaç vardır maddesi konusunda da kararsız olduklarını söyleyebiliriz.

4.1.3. STEM yaklaşımının öğretmene yönelik etkisi

Katılımcılara uygulanan ölçekte STEM yaklaşımının öğretmene yönelik etkisi kapsamında 4 farklı madde kullanılmıştır. Bu 4 maddenin genel ortalaması ve her bir maddeye verilen yanıtların ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanmıştır. Fen bilgisi öğretmen adaylarının ölçek maddelerine verdikleri yanıtlarla ilgili bulgular Tablo 4.3.'te sunulmuştur. Tablo 4.3. genel olarak incelendiğinde katılımcıların yüksek oranda (\bar{x} : 4.09) STEM yaklaşımının öğretmene yönelik olumlu etkilere sahip olduğunu farkında olduklarını söyleyebiliriz. STEM yaklaşımının öğretmene yönelik etkisiyle ilgili 4 maddenin her birinin ortalamalarından da görülebileceği gibi katılımcıların bu maddelerle ilgili tercihlerinin katılıyorum ve kesinlikle katılıyorum aralığında olduğu ve ölçeğin bu kısmı için farkındalıklarının yüksek olduğu görülmektedir.

Tablo 4.3. STEM yaklaşımının öğretmene yönelik etkisiyle ilgili sonuçlar.

Maddeler	f	Kesinlikle	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle	\bar{x}	s.s
		Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Katılıyorum		
12. STEM eğitimi öğretmenin derste teknoloji kullanılmasını gerekli kılar.	2	3	5	24	31	4.22	.992	
	% 3.1	4.6	7.7	36.9	47.7			
13.STEM eğitim uygulamaları öğretmenin kendisini geliştirmesi için bir fırsattır.	2	0	2	25	36	4.43	.829	
	% 3.1	0	3.1	38.5	55.4			
14. STEM eğitim etkinliklerinde öğretmen aktif rol almalıdır.	5	10	6	19	25	3.75	1.323	
	% 7.7	15.4	9.2	29.2	38.5			
15. Öğretmenler ders içi/dışı etkinliklerde STEM eğitimini kolaylıkla planlayabilirler.	2	4	12	22	25	3.98	1.053	
	% 3.1	6.2	18.5	33.8	38.5			
Öğretmene Yönelik Etkisi: 4.09								

Tablo 4.3. detaylı incelenecek olursa katılımcı öğretmen adaylarının, STEM eğitimi uygulamalarının, öğretmenin kendisini geliştirmesi için bir fırsat olarak görmesi konusunda yüksek oranda farkındalığına sahip oldukları söylenebilir (\bar{x} : 4.43). Benzer şekilde katılımcıların STEM eğitiminin öğretmenin teknoloji kullanımını gerekli kıldığı (\bar{x} : 4.22) farkındalıklarının yüksek olduğu görülmektedir. Katılımcıların, öğretmenlerin; ders içi/dışı etkinliklerde STEM eğitimini kolaylıkla planlayabildiği (\bar{x} : 3.98) ve STEM eğitimi

etkinliklerinde öğretmenin aktif rol alması (\bar{x} : 3.75) konusunda ise katılıyorum seviyesinde farkındalığına sahip olduklarını söyleyebiliriz.

Katılımcılar üç bölümden oluşan STEM farkındalık ölçeğinde, STEM yaklaşımını öğrenciye, derse ve öğretmene yönelik değerlendirmişlerdir. Ölçeğin bu üç bölümüne verilen cevapların ortalamaları incelendiğinde katılımcıların, en yüksek oranda farkındalığa sahip olduğu bölümün STEM yaklaşımının öğrenciye yönelik etkisi bölümü olduğu gözlemlenmiştir (\bar{x} : 4.41). STEM yaklaşımının öğrenciye yönelik etkisi bölümünün ardından ikinci yüksek oranda farkındalığa sahip olunan bölüm STEM yaklaşımının öğretmene yönelik etkisi (\bar{x} : 4.09) olarak belirlenmiştir. STEM yaklaşımının derse yönelik etkisi ise bu bölümlerin gerisinde kalmıştır (\bar{x} : 3.78).

Katılımcıların ölçeğin STEM yaklaşımının öğrenciye yönelik etkisi alt boyutundaki tüm maddelerde farkındalıklarının çok yüksek olduğu dikkat çekmektedir. Katılımcılar STEM'in öğrenciye yönelik; el becerilerini geliştirme (\bar{x} : 4.46), eleştirel bakış açısı kazanmalarına teşvik etme (\bar{x} : 4.46), problem çözme becerilerini artırma (\bar{x} : 4.48), özgüvenlerini destekleme (\bar{x} : 4.34) ve öğrenciyi derse motive etme (\bar{x} : 4.25) konusunda çok yüksek oranda farkındalığa sahiplerdir. Buradan katılımcıların STEM'in öğrenciye yönelik olumlu etkilerinin tümüne yüksek oranda katıldıkları görülmektedir. Katılımcılar STEM'in öğrenciye yönelik el becerisi, problem çözme, eleştirel düşünme gibi beceriler kazandırma, öğrencilerin özgüvenini artırma ve derse motive etme gibi avantajlar sağlaması gibi avantajları konusunda farkındalık bildirmişlerdir.

Katılımcılar STEM yaklaşımının öğretmene yönelik etkisi bölümünde en yüksek oranda farkındalığa sahip oldukları maddenin (\bar{x} : 4.43) ile "STEM eğitim uygulamaları öğretmenin kendisini geliştirmesi için bir fırsattır" maddesi olduğu tespit edilmiştir. Buradan katılımcıların STEM'i öğretmenlerin kendisini geliştirmesi için bir fırsat ve yol olarak algılayıp olumlu bir bakış açısıyla yaklaştıkları görülmektedir. STEM yaklaşımının öğretmene yönelik etkisi bölümünün en düşük ortalamaya sahip maddenin ise (\bar{x} : 3.75) ile "STEM eğitim etkinliklerinde öğretmen aktif rol almalıdır" maddesi olduğu belirlenmiştir. Katılımcıların STEM eğitimi etkinliklerinde öğretmenin aktif rol alması gerektiğini bildiren maddeye katılma oranının diğerlerine göre düşük olması, bu konuda bazı öğretmen adaylarının STEM eğitimi etkinliklerinde öğretmenden çok öğrencilerin aktif rol alması gerekliliği farkındalığına sahip oldukları ve bu yüzden öğretmen adaylarının STEM'de öğretmene düşen sorumlulukları farkında olmadığı görülmektedir.

STEM yaklaşımının derse yönelik etkisi bölümünde en yüksek oranda farkındalığa sahip olunan maddenin (\bar{x} : 4.34) ile “STEM eğitimi etkinlikleri öğretim programında yer almalıdır” maddesi olduğu belirlenirken, en düşük ortalamaya sahip maddenin (\bar{x} : 3.08) ile “STEM eğitimi için üst düzey materyallere ihtiyaç vardır” maddesi olduğu belirlenmiştir. Buradan katılımcıların STEM eğitimi etkinliklerinin öğretim programında olması gerekliliğine katıldıkları belirlenirken, bu düşünceden de STEM etkinliklerinin derslere katkı sağladığını düşündükleri çıkarılabilir. Bölümün en düşük ortalamaya sahip maddesi olan STEM etkinlikleri için üst düzey materyallere ihtiyaç olduğu düşüncesi katılımcılar arasında kararsız kalınan bir maddedir. Bazı katılımcılar STEM’de kullanılan materyalleri üst düzey olarak görürken, bazıları üst düzey materyaller kullanılmadığını düşündükleri söylenebilir.

4.2. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının STEM Görüşlerine Yönelik Bulgular

Araştırmanın bu bölümünde fen bilgisi öğretmen adaylarıyla yapılan yarı yapılandırılmış görüşme analizlerinin sonucundan elde edilen verilerle ilgili bulgulara yer verilmiştir. Görüşmeye çevre bilimi dersinde kendilerine verilen STEM odaklı proje ödevini tamamlayan 11 gönüllü fen bilgisi öğretmen adayı katılmıştır. Fen bilgisi öğretmen adaylarının yarı yapılandırılmış görüşme sorularına verdikleri yanıtlar içerik analizine tabii tutularak tema ve alt temalar oluşturulup frekans ve yüzde tablolarıyla bulgular sunulmuştur. İlgili tema ve alt temalar katılımcılardan doğrudan alıntılar yapılarak örneklendirilmiş ve yorumlanmıştır. Bazı sorularda öğretmen adaylarının bir soru içerisindeki belirtmiş oldukları düşünceler geniş olduğu için birden fazla temaya alınmıştır. Görüşmeler kapsamında STEM tanımı, STEM’in önemi, STEM’in öğretmen açısından avantaj ve dezavantajları, STEM’in öğrenci açısından avantaj ve dezavantajları ve STEM yaklaşımını öğretimde kullanma yönelimleri olmak üzere beş farklı tema belirlenmiştir. Aşağıda bu temalar ve temalarla ilgili bulgulara yer verilmiştir.

4.2.1. STEM tanımı

Fen bilgisi öğretmen adaylarıyla yapılan görüşmedeki bazı sorular katılımcıların STEM’i nasıl tanımladıkları ve anlamlandırdıkları üzerine odaklanmıştır. Bu kapsamdaki sorulara katılımcıların vermiş oldukları yanıtlardan yola çıkarak öğretmen adaylarının STEM’i nasıl tanımladıkları belirlenmiştir. Katılımcıların STEM tanımı için sundukları görüşler Tablo 4.4.’te özetlenerek verilmiştir.

Tablo 4.4. Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM tanımına yönelik görüşleri.

Tema	Alt Tema	Frekans (%)	Öğretmen Adayı Kodu
STEM Tanımı	Disiplinlerarası bir yaklaşım	4 (36.4)	ÖA1, ÖA2, ÖA5, ÖA8
	Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik	2 (18.2)	ÖA3, ÖA7
	Öğretmenlerin bilmesi gereken öğretim yöntemi	2 (18.2)	ÖA6, ÖA10
	Fen okuryazarı yetiştirmeyi amaçlayan sistem	1 (9.1)	ÖA4
	Problem çözme ve ürün ortaya koyma	1 (9.1)	ÖA9
	Bilgilerin teoriden pratiğe dönüşümünü sağlayan yaklaşım	1 (9.1)	ÖA11

Tablo 4.4.'te görüldüğü gibi fen bilgisi öğretmen adayları STEM'i tanımlarken en çok disiplinlerarası bir yaklaşım (4) olmasını vurgulamışlardır. Bunun yanında diğer katılımcılar STEM'in tanımını fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (2) disiplinlerinin kısaltması, öğretmenlerin bilmesi gereken bir öğretim yöntemi (2), fen okuryazarı yetiştirmeyi amaçlayan bir sistem (1), problem çözme ve ürün ortaya koyma (1) ve bilgilerin teoriden pratiğe dönüşümünü sağlayan bir yaklaşım (1) olarak ifade etmişlerdir.

Katılımcılar STEM tanımını en fazla oranda disiplinlerarası bir yaklaşım olma özelliğini vurgulayarak açıklamıştır. Bu alt temada STEM kavramı fen, teknoloji, mühendislik ve matematik ile ilişkili disiplinlerarası bir yaklaşım olarak vurgulandığı görülmektedir. Örneğin ÖA1 STEM'i tanımlarken "*Fen bilimleri ile teknoloji, mühendislik ve matematik alanları arasında doğrudan bir ilişki vardır. STEM disiplinlerarası bir bilim dalıdır.*" şeklindeki tanımlamasında STEM'in disiplinlerarası olmasına odaklanmaktadır. Benzer şekilde bu disiplinlerarası yaklaşımı vurgulayan ÖA2 ise disiplinlerin birbiriyle olan ilişkisini örneklendirerek STEM'i tanımlamaktadır. ÖA2'ye göre;

Fen bir bilim dalıdır ve teknoloji, matematik, mühendislik ile ilişkilidir. Bilim sayesinde teknoloji gelişir ve teknoloji de bilimi geliştirir. Fen aynı zamanda formüllerin dünyasıdır. Formüller hayatı basite indirger matematik ve fen bu bağlamda birbiri ile ilişkilidir. Fen hakkındaki düşünceleri uygulamaya, materyale dönüştüren de mühendislik işidir. (ÖA2)

STEM tanımını disiplinlerarası bir yaklaşım olarak tanımlayan katılımcılardan bazıları ise bir sorunu çözerken fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini kullanıp sorunun çözümünde disiplinlerarası bir geçişin olmasından bahsetmişlerdir. Bu konu hakkında ÖA5 STEM tanımını “*Günlük hayatta bir problem yada sorunu çözerken soruna göre fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinden birkaçını kullanırız, bu disiplinlerin bilgi ve becerilerinden yararlanarak uygulama yapma işi STEM’dir.*” şeklinde ifade ederek bir sorunun çözümünde birden fazla disiplinin kullanıldığına odaklanırken, benzer şekilde ÖA8’inde fen, teknoloji mühendislik uygulaması olan STEM’in bir sorunun çözümünde disiplinlerarası bir geçişi sağladığı görüşünde olduğunu “*Fen ve teknoloji, mühendislik ve matematik uygulaması olan [STEM], bu disiplinlerin birbirleriyle zincir misali bağlantılı olup, bir sorunu çözmeye kalktığımızda disiplinlerarası geçiş olmasıdır.*” şeklindeki tanımlamasından görüyoruz. Katılımcılardan ÖA5 ve ÖA8’in tanımlamalarının ortak noktası STEM ile bir sorunun çözümünde birden fazla disiplinin kullanılıp disiplinlerarası geçişin olduğudur.

STEM’i tanımlamaları istenilen katılımcılardan ikinci olarak odaklandıkları noktanın STEM’i tanımlarken STEM’i oluşturan disiplinleri söylemelerinin olduğu görülmektedir. Katılımcılar STEM tanımı yaparken yalnızca STEM’in fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinden oluştuğunu ve bu alanlarla ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Örneğin bu konu hakkında ÖA7 düşüncesini “*STEM Fen, teknoloji, mühendislik, matematik alanlarıyla ilişkili bir kelimedir.*” şeklinde ifade ederken STEM’in baş harflerini oluşturan disiplinlere vurgu yapmış detaylı bir açıklama yapmamıştır. Benzer şekilde ÖA3’ün bu konu hakkında görüşü “*STEM fen, teknoloji, mühendislik ve matematik demektir.*” şeklinde olmuştur. Burada katılımcıların sadece STEM’i oluşturan disiplinleri dile getirerek yüzeysel bir tanım yaptıkları görülmektedir.

Katılımcılardan iki tanesi tanımlama yaparken STEM ile ilgili her fen bilgisi öğretmenin bilmesi ve öğretimde kullanması gereken bir yaklaşım vurgulaması yapmış ve STEM eğitimindeki öğretmenin rolüne değinmişlerdir. Örneğin ÖA10’nun, “*Her fen bilgisi öğretmenin bilmesi, öğrenmesi ve öğretimde kullanması gereken bir dal.*” şeklinde ki tanımı STEM’in öğretmenlerin bilmesi ve uygulaması gereken bir yaklaşım olmasına odaklanırken ÖA6’nın “*STEM eğitimi öğretmenin çok büyük rol oynadığı bir eğitim sürecidir. Matematik ve mühendislik alanlarına da büyük bir yatırım sağlar.*” ifadesindeki tanımlaması ise STEM sürecindeki öğretmen rolünün önemini ve STEM yaklaşımını kullanmanın matematik ve mühendislik kapsamında gelecek için bir motivasyon sağlayacağını vurgulamaktadır.

Katılımcılardan ÖA4 STEM'i fen okuryazarı yetiştirmeyi hedefleyen bir yaklaşım olarak görmektedir. Bu konuda ÖA4'ün "*Fen okuryazarı bireyleri yetiştirmeyi amaçlayan sistemdir.*" şeklindeki tanımlaması STEM'in fen okuryazarı öğrenciler yetiştirmesine vurgu yapmaktadır.

Katılımcılardan biri STEM tanımını yaparken STEM'in problem çözme ve ürün ortaya koyma yönüne değinmiştir. Bu görüşteki öğretmen adayı STEM'i günlük yaşam problemlerine STEM disiplinlerini kullanarak çözüm bulan ve bu disiplinler ile ürün ortaya çıkaran bir yaklaşım olarak tanımlamıştır. Bu görüşteki ÖA9 STEM'i "*Fen, matematik bilgilerinin mühendislik yardımıyla sorunlara çözüm arayan ve ürün ortaya koyan eğitim biçimidir.*" şeklinde tanımlarken STEM'in hem problem temelli hem de sonuçta ortaya bir ürün sunan bir yaklaşım olduğunu vurguladığı görülmektedir. Katılımcının görüşü STEM eğitimi sorunlara çözüm bulurken özellikle fen ve matematik bilgileri ile mühendisliği birleştirir ve ürün ortaya koyar şeklindedir.

Katılımcılardan bir tanesi STEM'i bilgilerin teoriden pratiğe dönüşmesini sağlayan, öğrencileri motive eden ve problem çözme becerisini destekleyen bir yaklaşım olarak tanımlamıştır. Örneğin STEM'in uygulamaya dönüklüğüne vurgu yapan ÖA11, "*Bu sistem [STEM] sayesinde, öğrenci bilim, teknoloji, matematik ve fen bilimleri gibi derslerin gerçek yaşamda uygulanabilirliğini gözlemler.*" şeklinde betimlemektedir. Aynı katılımcı STEM'in "*...problem çözme gibi tekniklerin geliştirmesini sağlar, merak yaratıcılık gibi özellikleri geliştirir.*" ifadesiyle STEM'in hem problem çözme becerisini hem de merak ve yaratıcılığa katkısını da vurguladığı görülmektedir.

Bu bölüm özetlenecek olursa katılımcılar STEM'i disiplinlerarası bir yaklaşım, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik, öğretmenlerin bilmesi gereken öğretim yöntemi, fen okuryazarı yetiştirmeyi amaçlayan sistem, problem çözme ve ürün ortaya koyma ve bilgilerin teoriden pratiğe dönüşmesini sağlayan bir yaklaşım şeklinde tanımladıklarını söyleyebiliriz.

4.2.2. STEM'in önemi

Fen bilgisi öğretmen adaylarıyla yapılan görüşmedeki bazı sorular katılımcıların STEM'in önemine yönelik görüşlerine odaklanmıştır. Bu kapsamdaki sorulara katılımcıların vermiş oldukları yanıtlardan yola çıkarak öğretmen adaylarının STEM'in önemine yönelik görüşleri belirlenmiştir. Katılımcıların STEM'in önemine yönelik sundukları görüşler Tablo 4.5.'te özetlenerek verilmiştir.

Tablo 4.5. Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM'in önemine yönelik görüşleri.

Tema	Alt Tema	Frekans (%)	Öğretmen Adayı Kodu
STEM'in Önemi	Üst düzey düşünme becerileri kazandırma	5 (41.7)	ÖA6, ÖA7, ÖA8, ÖA10, ÖA11
	Teknolojik beceriler kazandırma	3 (25)	ÖA2, ÖA3, ÖA9
	Teorik bilgileri gerçek yaşamda uygulayabilme	2 (16.7)	ÖA4, ÖA11
	Bir probleme birden fazla çözüm üretebilme	1 (8.3)	ÖA5
	Fen bilimlerine bakış açısını değiştirme	1 (8.3)	ÖA1

Tablo 4.5.'te görüldüğü gibi fen bilgisi öğretmen adayları STEM'in önemine yönelik görüşlerinde STEM'in en çok üst düzey düşünme becerileri kazandırma (5) yönünün önemini vurgulamışlardır. Bunun yanında diğer katılımcılar STEM'in önemini teknolojik beceriler kazandırma (3), teorik bilgileri gerçek yaşamda uygulayabilme (2), bir probleme birden fazla çözüm üretebilme (1) ve fen bilimlerine bakış açısını değiştirme (1) şeklinde ifade etmişlerdir.

Öğretmen adayları STEM'in önemini belirtirken en fazla oranda STEM'in üst düzey düşünme becerileri kazandırma ve geliştirmesindeki önemine değinmişlerdir. Katılımcılar STEM'in özellikle problem çözme, eleştirel düşünme, analitik düşünme ve yaratıcılık gibi üst düzey düşünme becerileri geliştirmede etkili bir yaklaşım olduğunu ifade eden öğretmen adaylarından ÖA7'nin, "*STEM, problem çözme becerimi, analitik düşünme becerimi ve el becerimi geliştirdi.*" şeklindeki görüşü STEM'in üst düzey becerileri geliştirme yönüne odaklanırken, ÖA8'in "*Analitik düşünmeyi, eleştirel düşünmeyi ve keşfetmeyi sağlar.*" şeklindeki benzer ifadesi yine STEM'in analitik düşünme, eleştirel düşünme gibi üst düzey beceriler ve bilgileri keşfetmeyi sağladığını açıklar. Bir başka katılımcı ÖA10 ise bu konu hakkındaki görüşlerini belirtirken "*STEM bana çok şey kattı. Yaratıcı düşünme, eleştirel düşünme ve araştırma yapma gibi pek çok özellik kazandım.*" ifadesi STEM'in ona çok şey kattığını özellikle yaratıcı ve eleştirel düşünme becerisi kazandırıp bunun yanında araştırma yapma becerisini de geliştirdiğini belirtmiştir.

Öğretmen adayları aldıkları bazı teknolojik içerikli kurslara katılmalarının etkisiyle STEM'in önemi hakkında üst düzey düşünme becerileri kazandırmasının yanında teknolojik beceriler kazandırması yönüne değinmişlerdir. Örneğin ÖA3 "*STEM bazı becerilerin özellikle yaratıcılık, teknolojik düşünme gibi becerilerin gelişmesine katkı sağlar.*" şeklindeki ifadesi ile yaratıcılığı geliştirmesinin yanında teknolojik düşünme becerisini de geliştirdiğini ifade etmiştir. Katılımcılar arduino, macblock, temel yazılım, robotik kodlama gibi teknolojik

kursları almaları sayesinde ileride öğretmenlere lazım olacak bilgilerin temellerini öğrendiklerini ifade edip, STEM'i öğretmenlerin bilmesi gerektiğini ve gelecekte hayatlarında olacağını düşünmektedirler. Örneğin ÖA9 "*STEM'de çok kullanılan robotik kodlama kursunda robotik kodlama temelini alarak ileride öğretmenlere lazım olacak temeli almış oldum.*" şeklindeki ifadesinde almış olduğu robotik kodlama dersi ile ileride kendisine lazım olacak bilgilerin temelini öğrendiğini ifade etmiştir. Bu konu hakkında bir diğer katılımcı STEM'in önemini aldığı kurslarda öğrendiklerine değinerek ifade etmiştir. Bu konu hakkında ÖA2'nin "*Temel arduinio devresi kurmayı öğrendim. Macblock gibi robotlarla çalışma imkanımız oldu. Bilgisayarda temel yazılım öğrendim.*" şeklindeki görüşü aldığı kurslara odaklanarak yorumladığını göstermektedir.

Bazı katılımcıların STEM'in önemi hakkında görüşlerine bakıldığında STEM'in teorik bilgileri uygulamaya dönüştürmesinden bahsetmişlerdir. Katılımcılar STEM'in fen, teknoloji mühendislik ve matematik disiplinlerinin gerçek yaşamda uygulanabilirliğini gözlemleme fırsatı sağladığı ve gerçek yaşama uygulanabilen bilimsel bilgileri STEM sayesinde öğrendiklerine değinmişlerdir. Örneğin ÖA11'in "*STEM yaratıcılığımı, problem çözme yeteneğimi geliştirdi. Bilimle yapılabilecek gerçek yaşamda uygulanabilecek şeyler öğrendim.*" şeklindeki ifadesi ÖA11'in STEM'in üst düzey becerileri geliştirmedeki önemine ve STEM sayesinde bilimle gerçek yaşamda yapılabilecek bilgileri öğrendiğini göstermektedir. Bazı öğretmen adayları ise fenin içindeki mühendislik ve teknoloji bilgileri hakkında daha çok bilgi edinerek fene daha iyi uyarlayabilmenin öneminden bahsetmişlerdir. Örneğin ÖA4'ün "*Teknoloji ve mühendisliği daha iyi bilmem gerektiğini ve bu bilgileri fene daha iyi uyarlayabilmenin ne kadar önemli olduğunu farkettim.*" şeklindeki ifadesi ile teknoloji ve mühendislik bilgilerini fene uyarlayabilmenin önemine vurgu yapmıştır. Günlük yaşamda karşımıza çıkan teknoloji ve mühendislik örneklerini fene daha iyi uygulamanın önemli olduğuyla ilgili görüş bildiren bu katılımcı STEM'in gerçek yaşamdaki uygulamaları olan teknoloji mühendislik boyutunu öğrenerek fene uyarlamaktan bahsetmiştir.

Katılımcılardan biri ise STEM'in önemi ile ilgili bir probleme farklı bakış açılarıyla yaklaşarak birden fazla çözüm üretilebileceğinden bahsetmiştir. Bir problemin birden fazla çözümünün olabileceğini ÖA5 "*Bir probleme değişik açılardan bakarak birden çok çözüm yolu oluşturabileceğini gördüm.*" şeklindeki ifadesiyle bu yaklaşım sayesinde farklı açılardan bakmayı öğrenirsek bir probleme birden fazla çözüm bulunabileceğini açıklamıştır. STEM yaklaşımı bir probleme tek bir yanıt yerine birden fazla çözüm bulup en uygun olanları seçmeyi hedefleyen, problem ve proje temelli bir yaklaşımdır. Gerçek yaşantıdaki

problemlerin birden fazla çözüm yolu olabileceğinden STEM bu becerinin kazanılması açısından önemli bir yaklaşımdır.

STEM'in önemini ifade eden son katılımcı ise STEM'in fen bilimlerine bakış açısının değişmesini sağladığını belirtmiştir. Bu konudaki düşüncesini “*STEM eğitimi almam benim fen bilimlerine bakış açımı değiştirmemi sağladı.*” şeklinde ifade etmiştir.

Bu bölümdeki öğretmen adaylarının STEM'in önemi hakkında görüşlerini birer cümleyle özetlenecek olursa; STEM üst düzey düşünme becerilerini kazandırmada etkili bir yaklaşımdır, günümüz çağına uygun teknolojik becerilerin kazanılmasını sağlar, teorik derslerin günlük hayatta uygulanmasına öncülük eder, ufuk açarak problemlere birden fazla çözüm bulmayı sağlar ve fen bilimleri dersine karşı bakış açısını değiştirir.

4.2.3. STEM'in öğretmen açısından avantaj ve dezavantajları

Fen bilgisi öğretmen adaylarıyla yapılan görüşmedeki bazı sorular katılımcıların STEM'in öğretmene sağladığı avantaj ve dezavantajları neler olarak gördüklerine odaklanmıştır. Bu kapsamdaki sorulara katılımcıların vermiş oldukları yanıtlardan yola çıkarak öğretmen adaylarının görüşlerine göre STEM'in öğretmen açısından avantaj ve dezavantajları belirlenmiştir. Katılımcıların STEM'in öğretmen açısından avantaj ve dezavantajlarına yönelik görüşleri Tablo 4.6.'da özetlenerek verilmiştir.

Tablo 4.6. STEM'in öğretmen açısından avantaj ve dezavantajları.

Tema	Alt Tema	Frekans (%)	Öğretmen Adayı Kodu
STEM'in Öğretmen Açısından Avantajları	Öğretmenin kendini geliştirmesine katkı sağlar.	3 (27.3)	ÖA4, ÖA6, ÖA10
	Anlamlı öğrenme sağlar.	2 (18.2)	ÖA9, ÖA11
	Üst düzey öğrenme ve bu öğrenmenin değerlendirmesine fırsat sunar.	2 (18.2)	ÖA2, ÖA7
	Üreten nesillerin yetiştirilmesini sağlar.	2 (18.2)	ÖA3, ÖA8
	Teknoloji ve fen entegrasyonu ile ders işler.	1 (9.1)	ÖA1
	Ders yükü azalır.	1 (9.1)	ÖA5
STEM'in Öğretmen Açısından Dezavantajları	Zaman yetersizliği	6 (40.0)	ÖA3, ÖA4, ÖA5, ÖA7, ÖA9, ÖA10
	Malzeme temini	4 (27)	ÖA1, ÖA4, ÖA5, ÖA9
	Sınıf hakimiyeti	2 (13.5)	ÖA4, ÖA7
	Rehberlik etme	2 (13.5)	ÖA2, ÖA6
	Her çocuğun anlayacağı dilde anlatma	1 (6.75)	ÖA8

Tablo 4.3'te görüldüğü gibi fen bilgisi öğretmen adayları STEM'in öğretmen açısından avantajlarına yönelik görüşlerinde en çok öğretmenin kendisini geliştirmesine katkı sağlar (3) görüşü öğretmen açısından avantaj olarak belirlenmiştir. Bunun yanında bazı katılımcılar STEM'in öğretmen açısından avantajlarını anlamlı öğrenme sağlar (2), üst düzey

öğrenmeye ve bu öğrenmenin değerlendirmesine fırsat sunar (2), üreten bireylerin yetiştirilmesini sağlar (2), teknoloji ve fen entegrasyonu ile ders işler (1) ve ders yükü azalır (1) şeklinde ifade etmişlerdir. Katılımcıların STEM'in öğretmen açısından dezavantajlarına yönelik görüşlerinde ise en çok zaman yetersizliği (6) öğretmen açısından dezavantaj olarak belirlenmiştir. Bunun yanında bazı katılımcılar malzeme temini (4), sınıf hakimiyeti (2), rehberlik etme (2) ve her çocuğun anlayacağı dilden anlatma (1) şeklinde öğretmen açısından dezavantajları belirtmişlerdir.

STEM'in öğretmen açısından avantajlarını belirten öğretmen adayları en fazla oranda STEM'in öğretmenin kendini geliştirmesine katkı sağlayacağını belirtmişlerdir. Bu konu hakkında görüş bildiren katılımcılar STEM'in öğretmenlerin kendini geliştirmesine katkı sağlayacağı vurgulaması yapıp, dünyayı ve çevresini daha iyi anlayan, karşısına çıkan olaylarla ilgili fikir üretebilen, çözüm odaklı bireyler olarak kendilerini yetiştireceğini belirtmişlerdir. Örneğin ÖA4'ün "*Öğrenciler ile birlikte öğretmenler de STEM ile kendilerini geliştirirler ve dünyayı çevresini anlayan, karşındaki olaylara fikir üretebilen, çözüm odaklı bireyler olarak kendilerini yetiştirmelerine katkı sağladığını düşünüyorum.*" şeklindeki ifadesi STEM yaklaşımının öğretmeninde kendisini geliştirmesine katkı sağlayıp çevresini ve dünyayı daha iyi anlayan bireyler olarak yetiştirmesine odaklanmıştır. Öğretmenin kendisini ne kadar geliştirirse öğrenciyi de o kadar geliştirebileceğine vurgu yapan ÖA6' nın "*Bir öğretmen kendini ne kadar geliştirirse öğrenciyi o kadar iyi eğitir. Yani öğretmen açısından da öğrenci açısından da STEM eğitimi kendi hayatımızı geliştirmek için büyük bir adımdır.*" şeklinde ki ifadesi hem öğrenci hem öğretmen açısından kendilerini geliştirmeleri için büyük bir adım olduğuna ve öğretmenin önce kendisinin bu becerileri kazanarak öğrenciyi de eğitmesine vurgu yapmıştır. Yine bu konu hakkında öğretmenin kendisini geliştirip öğrencilerine bu disiplinle yaklaşacağını söyleyen ÖA10 görüşünü "*Öğretmenin kişisel gelişimine çok şey katar. Öğrencilerine de bu disiplinle yaklaşabilir.*" şeklinde ifade etmiştir. Yani bu konuda görüş bildiren katılımcıların ortak noktası STEM ile bir öğretmenin önce kendisini geliştirmesi, sonrada öğrencilerinin gelişimine katkı sağlaması yönündedir. STEM'in fen eğitiminin içeriğinde olan çevre ve dünyayı anlamayada yardımcı olacağını belirten katılımcılar STEM'in hem kendileri için hem de öğrenciler için önemini farkındadırlar.

STEM'in öğretmen açısından avantajı olarak öğretmen adaylarından bazıları STEM ile öğretmenin anlamlı öğrenmeler sağlayacağına değinmişlerdir. STEM ile öğretmenin anlamlı öğrenmeyi sağlanacağı görüşünde olan katılımcılar, STEM ile ders işleyen

öğretmenin öğretiminin ezbere bir eğitimden ziyade gerçekçi ve kalıcı olacağına değinip, böyle ders işleyen öğretmenlerin bilgiyi sentez edip kullanabilen anlamlı öğrenmeler gerçekleştirebileceklerine değinmişlerdir. Örneğin bu konu hakkında ÖA9'un "*Öğretmenin ezberci bir eğitimden ziyade bilgiyi sentez edip kullanabilen kalıcı öğrenmeleri sağlayacağını düşünüyorum. Aynı zamanda çocuklara meslek seçiminde bir ufuk açacağına inanıyorum.*" şeklindeki ifadesi ÖA9'un anlamlı öğrenme vurgulaması yaptığını ve aynı zamanda STEM ile ders işleyen öğretmenlerin öğrencilerin yeni mesleklere ufuk açmasına katkı sağlayıp onların meslek seçimlerine yardımcı olacağını belirtmiştir. ÖA10' nun "*Öğrencilere ezber eğitimin dışında daha gerçekçi eğitim sunar. Öğrencilere daha iyi anlatım sunar. Öğrencilere aktif öğrenim sunar.*" şeklindeki görüşü ise öğretmenin ezbere eğitimin dışında aktif öğrenimler ile daha gerçekçi ve iyi bir anlatım sunacağına vurgu yapmış yani STEM ile öğretmenin daha anlamlı öğrenmeyi sağlayacağını belirtmiştir. Burada katılımcı görüşlerinden görüleceği gibi STEM ile ders işleyen öğretmenlerin, eğitimi ezbere olmaktan kurtarıp daha iyi, anlamlı öğrenmeler gerçekleştireceklerini düşünmektedirler.

STEM'in öğretmen açısından avantajını belirten katılımcılar STEM ile öğretmenlerin üst düzey öğrenmeler gerçekleştirebileceğini ve bu öğrenmelerin STEM etkinlikleri ile değerlendirilmesine fırsat sunacağını belirtmişlerdir. Bazı katılımcılar öğrencilere STEM ile işbirlikli öğrenme ortamı sağlayan öğretmenlerin öğrencilere üst düzey beceriler kazandırabileceklerini belirtirken bazıları STEM etkinlikleriyle öğrencilerin yaratıcılıkları, teknolojik ve uygulama yeterliliklerini gibi üst düzey öğrenmelerini değerlendirebileceklerini ifade etmişlerdir. Bu konuda ÖA7'nin "*İşbirlikli öğrenmeye ortam sağlayarak öğrencilerin problem çözme ve yaratıcı düşünme gibi becerilerini geliştirir, öğrencinin gelişimine katkı sağlar.*" görüşü öğretmenin üst düzey öğrenmeler kazandıracağına vurgu yaparken, ÖA2'nin "*Öğrencilerin yaratıcılıklarını gözlemler ne kadarı teknoloji de iyi görebilir. Teorik dışında uygulamada nasıllar, bilimsel araştırma basamaklarını biliyorlar mı gibi soruların yanıtlarını gözlemler.*" şeklindeki ifadesi STEM etkinlikleriyle öğretmenin öğrencilerin yaratıcılıklarını, teknoloji yeterlikleri, bilimsel araştırma yapma basamakları ve uygulama gibi üst düzey öğrenmelerdeki yeterliliklerini değerlendirebileceğine vurgu yapmıştır.

STEM'in öğretmen açısından avantajlarını belirten katılımcılar STEM'in öğretmenin üreten nesil yetiştirmesini sağlayacağını bir alt temada belirtmiştir. STEM ile öğretmenin üreten nesiller yetiştirmesini sağlayacağı yönünde görüş bildiren ÖA8'in "*Daha akılda kalıcı ve daha üretken bir nesil yetiştirebilir.*" şeklinde ifadesi STEM etkinlikleri ile ders işlemenin, öğretmene daha kalıcı ve üreten bir nesil yetiştirmesini sağlamasına odaklanırken, öğretmen

açısından avantajları belirten bir diğer katılımcı ÖA3'ün “*yaratıcı düşünme, motivasyon, geleceğe yatırım.*” şeklinde ifadesi yine öğretmenin yaratıcı düşünme ve motivasyon sağlayıp geleceğe yatırım yapmasından bahsedip dolaylı yoldan öğretmenlerin üreten nesiller yetiştirmesini vurgulamıştır.

Katılımcılardan bir tanesi STEM'in öğretmene yönelik avantajı olarak teknoloji ve fen entegrasyonu ile verimli ders işleyebileceği alt temasında görüş bildirmiştir. Örneğin ÖA1'in “*Öğretmenin STEM temelli etkinlikleri kullanması gelişen teknolojiyi fen bilimleri ile birleştirerek daha verimli ders işlemesini sağlar.*” şeklindeki ifadesi STEM etkinlikleriyle ders işleyen öğretmenin teknoloji fen entegrasyonu sağlayarak verimli ders işleyeceğine vurgu yapmıştır.

STEM'in öğretmen açısından avantajlarını belirten öğretmen adaylarından bir tanesi STEM etkinlikleri ile öğretmenin ders yükünün azalacağını belirtmiştir. STEM'in öğretmenin ders yükü azaltacağını düşünen katılımcı STEM'de öğretmene düşen sorumlulukların farkında değildir. Bu konu hakkında ÖA5'in “*Öğrenciler daha aktif olacağından öğretmen rehber konumunda olacaktır...*” ifadesi STEM'de öğrencinin aktif öğretmenin rehber konumda olacağına vurgu yaparken cümlenin devamında “*...Bu yüzden öğretmen yükü azalacak ve öğrenci bilgiyi kendi farkedip oluşturacağı için daha kalıcı öğrenmeler gerçekleşecektir.*” şeklindeki ifadesi öğretmen rehber konumda olduğundan ders yükünün azalacağına ve öğrencilerin kendi kendilerine bilgiyi farkedip oluşturacağı için kalıcı öğrenmeler gerçekleştireceklerine odaklanmıştır. Katılımcı STEM etkinliklerinde öğretmenin ders yükünün azalacağı yanılgısındadır. Öğretmenin rehber olması öğrencilerin herşeyi tek başına yapacağı anlamına gelmez. STEM etkinliklerinde öğrencinin aktif olduğu gibi öğretmenin de aktif bir şekilde öğrencilere rehber olması gerekir. Bu yüzden STEM etkinliklerinde öğretmene normal öğretimden daha çok görev düşmektedir. STEM etkinliklerinde öğretmenlere gerek etkinliklerin önceden hazırlayıp, dersin planlamasına gerekse dersin akışını yönetirken öğrencileri aktif bir şekilde yönlendirmelerine kadar pek çok görev düşmektedir.

STEM'in öğretmen açısından dezavantajlarını belirten öğretmen adayları en fazla oranda etkinlikleri uygularken öğretmenlerin zaman yetersizliği yaşayabileceklerine değinmişlerdir. Katılımcıların en çok değindiği zaman yetersizliği hakkında ÖA9'un “*STEM uzun zaman alır. Zamandan dolayı dezavantaj oluşturabilir...*” şeklindeki görüşü STEM'in uzun zaman almasına odaklanırken, müfredatta olan STEM etkinliklerinin ders iyi

planlanmassa yetişmeyeceğine ve eksik kalacağına değinen ÖA7'nin görüşü *“Dersi iyi planlamazsa STEM etkinliklerine zaman yetmeyebilir, etkinlikler eksik kalabilir...”* şeklindedir. Katılımcılar STEM etkinliklerinin her birinin uzun zaman alması hem de ders iyi planlanmazsa bu etkinliklerin tümünün yapılmasının yetişmeyeceği görüşündedir. Başka bir katılımcı ise kalabalık sınıflarda her bir öğrenci ile STEM etkinlikleri uygulamanın uzun zaman almasının dezavantajına değinmiştir. Bu konu hakkında ÖA5'in *“Kalabalık sınıflarda etkinliklerin uygulanırken çok fazla zaman almasından ve uygulamalar için gerekli olan maliyetin sağlanmasında sorunlar yaşanabilir.”* şeklindeki ifadesi öğretmenlerin STEM etkinliklerini kalabalık sınıflarda uygulamasının uzun zaman alacağına ve maliyet konusundada sorunlar yaşanacağını belirtmiştir. Aynı şekilde bir başka katılımcı ÖA10'nunda *“Sınıfların kalabalık olması zaman açısından dezavantajlı bir durum olabilir.”* şeklindeki görüşü sınıfların kalabalık olmasından dolayı STEM'i uygularken zaman sıkıntısı yaşanacağı üzerine odaklanmıştır.

STEM'in öğretmen açısından dezavantajlarını belirten öğretmen adayları öğretmenlerin malzeme temininde sıkıntı yaşayacaklarını belirtmişlerdir. Bu konu hakkında ÖA1'in *“Malzeme temini açısından sıkıntı olabilir.”* şeklinde ifadesi ilgili soruya malzeme teminini dezavantaj olarak belirttiği gözlenmiştir. Bu bölümde katılımcılar malzeme temini dezavantajı durumda öğretmenin uygulama açısından problemler yaşayacağını değitip, malzeme teminin yanında yeterli teknoloji, uygun ortam, araştırma kaynaklarına ulaşma gibi faktörlerinde önemi üzerinde durmuşlardır. ÖA4'ün *“...Tabiki okulda bu etkinlikler için yeterli teknoloji ve ortam yoksa bu da etkinliklerin uygulanmasında öğretmen adına problemler yaşatacaktır.”* şeklindeki ifadesi okulda etkinlikleri uygulamak için yeterli teknoloji ve uygun ortam olmasının önemli olduğu vurgulaması yapıp yoksa öğretmenlerin STEM etkinliklerini uygulama konusunda problem yaşayabileceğine değinmiştir. Bu bölümde katılımcıların bir soru içerisindeki belirtmiş oldukları düşünceler geniş olduğu için birden fazla temaya alınmıştır. Örneğin ÖA9'un *“STEM uzun zaman alır. Zamandan dolayı dezavantaj oluşturabilir. Aynı zamanda kaynaklar açısından dezavantajlı öğrenciler olabilir.”* şeklindeki görüşünde önce zaman yetersizliğinden bahsedip daha sonra araştırma kaynakları açısından dezavantajlı öğrenciler olacağına vurgu yaptığı görülmektedir. STEM etkinliklerinin maliyetli olması her öğrencinin bunu temin etmesi açısından dezavantaj oluştururken öğretmenin de böyle bir durumda uygulamasında sıkıntılar çekeceği görülmektedir. Aynı zamanda etkinlikleri uygulayabilmek için yeterli teknolojik ortama bunun yanında araştırma yapabilecek kaynaklara gereksinim vardır.

STEM'in öğretmen açısından dezavantajlarını belirten öğretmen adayları sınıf hakimiyeti sağlamanın dezavantaj oluşturabileceğine değinmişlerdir. Sınıf hakimiyeti sağlamanın öğretmen açısından dezavantaj oluşturabileceğine değinen ÖA4'ün "*En büyük sorun zamanı ayarlamak ve sınıf düzenini bozmadan dersi işleyebilmek olacaktır...*" şeklindeki görüşü STEM etkinliklerinde sınıf düzenini bozmadan ders işlemenin zorluğuna vurgu yaparken, STEM'in zaman yetersizliğine değinen ÖA7'nin değindikten sonra cümlesinin sonunda "*...Öğretmenin sınıf yönetimini sağlaması gerekir.*" şeklindeki ifadesi öğretmenin sınıf yönetimini sağlamada güçlükler çekebileceğine odaklanmıştır. STEM etkinliklerinin iyi anlaşılması için sınıf hakimiyetini sağlamak önemlidir.

STEM'in öğretmen açısından dezavantajlarını belirten katılımcılar öğrencilere rehberlik etmenin zor olması dezavantajına değinmişlerdir. Örneğin ÖA2'nin "*Öğrencilere rehberlik yapmak zor olabilir.*" şeklindeki ifadesi STEM etkinliklerinde öğrencilere rehberlik etmenin zorluğunu vurgularken, öğretmenin bu yaklaşımla ders işlerken yorulabileceğini belirten ÖA6'nın "*Bence öğretmen biraz daha yorulur. Ama kesinlikle yorulmadan iyi bir noktaya varılmaz.*" şeklinde görüşü öğretmenin STEM etkinliklerine rehberlik ederken yorulabileceğini ifade etmiştir. STEM yaklaşımında öğretmenlere normal öğretimden daha çok görev düşmektedir. Bu yüzden öğrencilere rehberlik etmek zor ve yorucu olabilmektedir.

Öğretmen adaylarından biri STEM'in öğretmen açısından dezavantajı olarak her çocuğun anlayacağı dilden anlatmayı görmektedir. Örneğin ÖA8'in "*Her çocuğun anlayabileceği dilde anlatması biraz yorabilir.*" şeklindeki ifadesiyle öğretmenin öğrencilerin farklı farklı öğrenme alanlarına göre ders anlatırken yorulabileceğini ifade etmiştir. STEM'in öğretmen açısından dezavantajlarını belirten öğretmen adaylarından 10 katılımcı dezavantaj belirtmiştir.

Katılımcıların STEM'in öğretmen açısından avantaj ve dezavantajları hakkında görüşleri özetlenecek olursa, katılımcılar STEM'in öğretmene yönelik avantajlarını; öğretmenin kendisini geliştirmesi, öğrencilere ezbere bir eğitimden çok anlamlı öğrenmeler sağlayabilmesi, üst düzey öğrenmeler sağlayıp bu öğrenmeleri değerlendirebilmesine fırsat sağlaması, üreten nesiller yetiştirmesini sağlaması, fen ve teknoloji entegrasyonu ile verimli ders işlemesini sağlaması olarak belirtmişlerdir. Bir katılımcı ise STEM'in öğretmenin ders yükünü azaltacağını ifade ederek STEM'in öğretmenin ders yükünü azalttığı yanılığına düşmüştür. Katılımcılar STEM'in öğretmen açısından dezavantajlarını ise; zaman yetersizliği

ve malzeme temini sıkıntıları ile öğretmenlerin uygulamada yaşadığı güçlükler, sınıf hakimiyetini sağlama, öğrencilere rehberlik etme ve her çocuğun anlayacağı dilden anlatma olarak belirtmişlerdir. Bunun dışında STEM'in öğretmen açısından bir dezavantajı olmadığını belirten bir katılımcı vardır.

4.2.4. STEM'in öğrenci açısından avantaj ve dezavantajları

Fen bilgisi öğretmen adaylarıyla yapılan görüşmedeki bazı sorular katılımcıların STEM'in öğrenciye sağladığı avantaj ve dezavantajları neler olarak gördüklerine odaklanmıştır. Bu kapsamdaki sorulara katılımcıların vermiş oldukları yanıtlardan yola çıkarak öğretmen adaylarının görüşlerine göre STEM'in öğrenci açısından avantaj ve dezavantajları belirlenmiştir. Katılımcıların STEM'in öğrenci açısından avantaj ve dezavantajlarına yönelik görüşleri Tablo 4.7.'de özetlenerek verilmiştir.

Tablo 4.7. STEM'in öğrenci açısından avantaj ve dezavantajları

Tema	Alt Tema	Frekans (%)	Öğretmen Adayı Kodu
STEM'in Öğrenci Açısından Avantajları	Üst düzey düşünme becerilerini geliştirmesi	6 (42.9)	ÖA2, ÖA4, ÖA5, ÖA7, ÖA9, ÖA11
	Özgüven kazandırma	2 (14.3)	ÖA4, ÖA5
	Derse ilgisi/ motivasyon sağlama	2 (14.3)	ÖA10, ÖA3
	Aktif katılım sağlama	2 (14.3)	ÖA6, ÖA11
	Kalıcı öğrenme	1 (7.1)	ÖA1
	Üretken bireylerin yetişmesi	1 (7.1)	ÖA8
STEM'in Öğrenci Açısından Dezavantajları	Zaman sıkıntısı	2 (18.2)	ÖA3, ÖA5
	Malzeme temini	2 (18.2)	Ö8, ÖA10
	Deneyimli eğitici eksikliğinde öğrencilerin etkinlikleri anlamaması	2 (18.2)	ÖA1, ÖA4
	Fene ilgisi olmayanların sıkılması	2 (18.2)	ÖA2, ÖA7
	Ürün geliştirme kaygısı	1 (9.1)	ÖA9
	Yoktur diyenler	2 (18.2)	ÖA6, ÖA11

Tablo 4.7'de görüldüğü gibi fen bilgisi öğretmen adayları STEM'in öğrenci açısından avantajlarına yönelik görüşlerinde en çok öğrencilerin, üst düzey becerilerini geliştirmesi (6) görüşü öğrenci açısından avantaj olarak belirlenmiştir. Bunun yanında bazı katılımcılar STEM'in öğrenci açısından avantajlarını özgüven kazandırma (2), derse ilgi/motivasyon sağlama (2), aktif katılım sağlama (2), kalıcı öğrenme (1) ve üretken bireylerin yetişmesi (1) şeklinde ifade etmişlerdir. Katılımcıların STEM'in öğrenci açısından dezavantajlarına yönelik görüşlerinde ise zaman yetersizliği (2), malzeme temini (2), STEM eğitimi almamış öğretmenlerin etkinlikleri uygulaması (2), fene ilgisi olmayanların sıkılması (2), ürün geliştirme kaygısı (1) ve yoktur diyenler (2) şeklinde ifade etmişlerdir.

STEM'in öğrenci açısından avantajlarını belirten öğretmen adayları en fazla oranda öğrencilere üst düzey beceriler kazandırmasından bahsetmişlerdir. Katılımcılar öğrencilerin STEM temelli etkinlikler ile yaratıcılık, problem çözme, analitik düşünme, eleştirel düşünme, iletişim kurma ve karar verme gibi üst düzey düşünme becerilerini geliştirmesinin yanında uygulama analiz sentez gibi üst düzey bilişsel becerileri de kazanmasını sağladığını ifade etmişlerdir. Örneğin bu konu hakkında öğrencilerin üst düzey becerilerini geliştirmesine katkı sağlayacağını belirten ÖA7'nin "*Öğrencilerin gelişimine katkı sağlar. Problem çözme becerilerini artırır. Yaratıcı düşüncelerini sağlar.*" şeklindeki ifadesinde STEM'in öğrencilerin problem çözme ve yaratıcılık gibi becerilerini geliştirmeyi sağladığına vurgu yapmıştır. STEM temelli etkinlikleri kullanmanın öğrenciye sağladığı avantajları üst düzey düşünme becerileri olarak belirten ÖA4 ise "*Bu etkinlikler [STEM temelli etkinlikler] öğrencilerin özgüvenli, bilimi seven, etrafını sorgulayan, analitik düşünebilen, yaratıcılığını kaybetmemiş bireyler olarak yetiştirilmesine katkı sağlayacaktır.*" şeklindeki ifadesinde bu becerilere vurgu yaptığını görmekteyiz. Katılımcılardan bazıları ise STEM temelli etkinliklerle ders işlemenin öğrencilere probleme dayalı tekniklere uygun üst düzey bilişsel beceriler kazandırdığını ifade etmiştir. Örneğin ÖA9'un "*Probleme dayalı tekniklere uygun kazanımlarda uygulama, analiz ve sentez gibi üst düzey bilişsel beceriler kazandırır.*" şeklindeki ifadesinden ÖA9'un STEM'in öğrencilere uygulama, analiz ve sentez gibi üst düzey bilişsel beceriler kazandırdığına odaklandığı görülmektedir.

Bazı katılımcılar STEM'in öğrencilere üst düzey düşünme becerileri kazandırmasının yanında özgüven kazandırdığını belirtmişlerdir. Bu konu hakkında STEM temelli etkinlikler ile öğrencinin kendi başına bir şeyler başaracağını görüp özgüveninin artacağını söyleyen ÖA7'nin "*Öğrenci kendi başına bir şeyler başardığı için özgüveni yerine gelecek, grup halinde yapılan çalışmalar da ise iletişim kurabilme, karar verme, eleştirel düşünme ve yaratıcı düşünme gücü artacaktır.*" şeklindeki ifadesinden öğrencinin kendi başına yaptığı çalışmalarda özgüveninin artacağını ve grup halinde yaptığı çalışmalarda ise iletişim, karar verme, eleştirel düşünme ve yaratıcılığının artacağını belirtmiştir.

STEM'in öğrenci açısından avantajını belirten katılımcılar STEM temelli etkinliklerin öğrencilerin derse karşı ilgi/motivasyonunu arttırmayı sağlayacağına değinmişlerdir. Bu konu hakkında STEM temelli etkinliklerin öğrencilerin derslere uyumunu sağlayıp ilgi ve motivasyonunlarını artıracığını belirtmişlerdir. Örneğin ÖA10'un "*Öğrenciler fen derslerine kolay uyum sağlarlar. Meraklı araştırmacı bir birey olurlar.*" şeklindeki ifadesinde STEM

etkinliklerinde öğrencilerin fen derslerine kolay uyum sağlayacağına ve meraklı araştıran bireyler olacaklarına vurgu yapmıştır. Bir diğer katılımcı ÖA3 ise “*Teknolojiye ve geleceğe olan inancı arttırıp motivasyon sağlar.*” şeklindeki ifadesinden fen ve teknoloji entegrasyonunu içeren STEM etkinliklerinin öğrencilerin teknoloji ve geleceğe olan inancını arttırdığını ve motivasyon sağladığına vurgu yapmıştır.

STEM’in öğrenci açısından avantajını belirten katılımcılar öğrencinin derse aktif katılımını sağladığını belirtmişlerdir. Derse aktif katılım sağladığını düşünen ÖA6’nın “*Öğrenciyi derste aktif kılar.*” şeklindeki kısa ifadesi STEM etkinliklerinin öğrenciyi derste aktif kıldığını düşündüğünü ortaya koymaktadır. Bir diğer katılımcı ÖA11’in ise “*Öğrencilerin problem çözme, yaratıcılık yeteneklerini geliştirir. Öğrenciler aktif olur.*” şeklindeki ifadesinden öğrencilerin STEM ile problem çözme ve yaratıcılıklarını geliştirdiğini belirttikten sonra öğrencilerin derste aktif olduklarına odaklanmıştır.

STEM’in öğrenci açısından avantajını belirten katılımcılardan biri STEM’in öğrenmede kalıcılığı arttırdığını belirtmiştir. Bu konu hakkında ÖA1’in “*Öğrenmede kalıcılığı arttırır.*” şeklindeki ifadesi STEM etkinliklerinin kalıcı öğrenmeler gerçekleştirmesine vurgu yapmıştır. Bir diğer katılımcının ise STEM’in öğrenci açısından avantajı olarak üreten bir nesil yetişeceğine vurgu yapmıştır. ÖA8’in “*Üreten bir gençlik yetişebilir.*” şeklindeki ifadesinden öğrencilerin ileride bir şeyler üretebilen bireyler olarak yetişmesine katkı sağladığı vurgusu yaptığını görmekteyiz.

STEM’in öğrenci açısından dezavantajlarını belirten öğretmen adayları STEM temelli etkinlikleri yaparken öğrencilerin zaman yetersizliği yaşacaklarına değinmişlerdir. Katılımcılar sınıfların kalabalık olması durumunda STEM’in uzun zaman gerektiren bir etkinlik olduğunu için bazı öğrencilerin uygulama yapmasına zaman kalmayacağını belirtmiştir. Örneğin Ö5’in “*Sınıfların çok kalabalık olması, her bireyin uygulama yapmasını güçleştirecek ve bazı öğrencilerin uygulama yapmasına zaman kalmayacak ya da hiç katılmayacaklar.*” şeklindeki ifadesinden öğrenci açısından zaman dezavantajına değindiğini görmekteyiz. Bazı katılımcılarsa STEM temelli etkinliklerde öğrencilerin malzeme temininde sıkıntı yaşayacağını belirtmişlerdir. Katılımcılar malzeme temini, teknolojik imkan yetersizlikleri gibi faktörlerin bu kez öğrenci açısından dezavantaj oluşturabileceğini belirtmişlerdir. Örneğin ÖA10 düşüncesini “*Her öğrenci başına bir robot düşmeyebilir.*” şeklinde ifade edip teknoloji yetersizliğine odaklanıp STEM etkinlikleri için üst düzey materyale ihtiyaç duyulduğunu düşünmektedir. Bir diğer katılımcı ÖA8 ise “Her zaman

malzeme imkanı olmayabilir.” şeklinde ifade ederek öğrencilerin her zaman malzeme temini imkanı olmadığını vurgulamıştır.

STEM’in öğrenci açısından dezavantajlarını belirten öğretmen adayları deneyimli eğitici eksikliğinde öğrencilerin etkinlikleri anlamaması dezavantajına değinmiştir. STEM yaklaşımı öğretmenlerin önceden eğitim almasını gerektiren bir yaklaşımdır. Bu konuda katılımcılardan ÖA1’in “*STEM eğitimi almamış bir öğretmen tarafından yapılan STEM temelli etkinliğin öğrenciler tarafından anlaşılması zor olabilir.*” şeklindeki ifadesi STEM temelli etkinlikleri öğrencilerin anlayabilmesi için öğretmenin yani eğiticinin eğitimli olması gerekliliğini aksi taktirde etkinliklerin anlaşılmayacağı dezavantajını vurgulanmıştır. Bir diğer katılımcı ÖA4’ün “*Açıkçası öğrenci için büyük bir dezavantaj olduğunu düşünmüyorum. Düzgün bir şekilde etkinlikler uygulandığı sürece öğrenci ileriye doğru taşınacaktır.*” şeklindeki ifadesinden de etkinliklerin öğrenci tarafından anlaşılıp onları ileriye doğru taşınması için öncelikle düzgün bir uygulama gerekliliğine vurgu yaptığı görülmektedir. Katılımcılar STEM etkinliklerinin öğrenciler tarafından anlaşılması için etkinliklerin düzgün bir şekilde gerçekleştirilmesine odaklanmış ve bu konuda öğretmen rolüne dikkat çekmişlerdir.

STEM’in öğrenci açısından dezavantajlarını belirten bazı öğretmen adayları fene ilgisi olmayan öğrenciler için bu etkinliklerin sıkıcı gelebileceğini belirtmişlerdir. Örneğin Ö2’nin “*Fen derslerine ilgisi olmayan öğrencileri sıkan bir etkinlik olabilir.*” şeklindeki ifadesinde STEM temelli etkinliklerin fene ilgisi olmayanları sıkan bir etkinlik olabileceği vurgulanmıştır. Bu alt temadaki katılımcılar STEM temelli etkinliklerin yalnızca fene ilgisi olan öğrencilere hitap ettiğini düşünmektedirler ve bazı öğrencilere etkinliklerin zor gelebileceğini belirtmişlerdir. Bu konu hakkında ÖA7’nin “*Öğrenciler için ilk başta zor gelebilir.*” şeklindeki ifadesinden etkinliklerin bazı öğrenciler tarafından zor olarak görülebileceğine odaklanmıştır.

STEM’in öğrenci açısından dezavantajlarını belirten bir katılımcı etkinlikleri uygulama aşamasında öğrencilerin ürün geliştirme kaygısı yaşayabileceğine değinmişlerdir. Bu konu hakkında ÖA9’un “*Soruna çözüm bulamama ve ürün geliştirememe kaygısı oluşturabilir.*” şeklindeki görüşü STEM temelli etkinliklerin uygulama sürecine odaklanıp etkinliğin başlangıç noktası olan soruna çözüm bulmada zorlanabileceklerini ve ürün geliştirme kaygısı yaşayabileceklerine odaklanmıştır.

STEM'in öğrenci açısından dezavantajları bölümünde 9 katılımcı dezavantaj belirtirken 2 katılımcı dezavantaj belirtmemiştir. Örneğin ÖA11'in soruya yanıtı "Dezavantajı olduğunu düşünmüyorum." şeklindedir.

Katılımcıların STEM'in öğrenci açısından avantaj ve dezavantajları hakkında görüşleri özetlenecek olursa katılımcılar STEM'in öğrenciye yönelik avantajları hakkında; öğrencilere üst düzey düşünme becerileri ve özgüven kazandırdığı, derse karşı ilgi/motivasyon sağladığı, derse aktif katılım sağladığı, derslerin kalıcılığını arttırdığını ve öğrencileri üreten nesiller olarak yetiştirdiğini ifade etmiştir. Katılımcılar STEM'in öğrenci açısından dezavantajlarını ise zaman yetersizliği ve malzeme temini sıkıntıları ile öğrencilerin uygulama yapmasını zorlaştıran güçlükler, STEM eğitimi almamış eğitici eksikliğinde etkinliklerin öğrenciler tarafından anlaşılmasında, fene ilgisi olmayan öğrencilere sıkıcı gelebilmesi ve öğrencilerin etkinlikleri gerçekleştirirken ürün oluşturma kaygısı yaşaması olarak belirtmişlerdir. Bunun dışında STEM'in öğretmen açısından bir dezavantajı olmadığını belirten iki katılımcı vardır.

4.2.5. STEM yaklaşımını öğretimde kullanma yönelimleri

Fen bilgisi öğretmen adaylarıyla yapılan görüşmedeki bazı sorular katılımcıların ortaokulda fen derslerinin güçlendirilmesi için STEM temelli fen öğretimini kullanıp kullanmayacakları ve bu yaklaşımı kullanıp kullanmama nedenlerine odaklanmıştır. Bu kapsamdaki sorulara katılımcıların vermiş oldukları yanıtlardan yola çıkarak öğretmen adaylarının STEM yaklaşımını öğretimde kullanma yönelimleri belirlenmiştir. Katılımcıların STEM yaklaşımını öğretimde kullanma yönelimleri için sundukları görüşler Tablo 4.8.'de özetlenerek verilmiştir.

Tablo 4.8. STEM yaklaşımını öğretimde kullanma yönelimleri.

Tema	Alt Tema	Frekans (%)	Öğretmen Adayı Kodu
Kullanılabilir (Açıklamaları)	İleride derslerimde kullanırım	7 (46.7)	ÖA1, ÖA2, ÖA3, ÖA7, ÖA9, ÖA10, ÖA11
	Fiziksel şartlar sağlanırsa kullanırım	4 (26.7)	ÖA4, ÖA5, ÖA6, ÖA8
	Proje odaklıdır ve yaratıcılığı destekleyip üreten bireyler yetiştirir.	1 (6.7)	ÖA2
	Anlamli öğrenme sağlar.	1 (6.7)	ÖA5
	Derse ilgiyi artırır.	1 (6.7)	ÖA7
	Teknolojiyi eğitim sisteminde kullanmayı sağlar.	1 (6.7)	ÖA6

Tablo 4.8.'de görüldüğü gibi fen bilgisi öğretmen adayları STEM yaklaşımını öğretimde kullanma yönelimlerine yönelik görüşlerini en fazla ileride derslerimde kullanırım (7) olarak ifade ederken, kalan diğer katılımcılar fiziksel şartlar sağlanırsa kullanırım (4) olarak ifade etmişlerdir. STEM yaklaşımını ileride kullanma yönelimlerini söyledikten sonra kullanılabilirliğine yönelik açıklama yapan öğretmen adaylarının görüşleri ise proje odaklıdır ve yaratıcılığı destekleyip üreten bireyler yetiştirir (1), anlamlı öğrenme sağlar (1), derse ilgiyi artırır (1) ve teknolojiyi eğitim sisteminde kullanma sağlar (1) şeklindedir.

STEM yaklaşımını öğretimde kullanma yönelimlerini belirten öğretmen adaylarından 7 tanesi ileride derslerimde kullanırım şeklinde görüş bildirmiştir. Geriye kalan 4 öğretmen adayı ise şartlar sağlanırsa kullanabileceklerini ifade etmiştir. İleride STEM yaklaşımını derslerinde kullanacağını belirten ÖA1 “*Evet düşünüyorum.*” şeklinde görüş bildirirken aynı şekilde ÖA3 de “*Kesinlikle düşünüyorum.*” şeklinde ifade ederek derslerinde STEM yaklaşımını kullanmayı düşündüklerini belirtmişlerdir. STEM yaklaşımını ileride fiziksel şartlar sağlanırsa kullanabileceğini belirten öğretmen adayları ise uygun ortam, araç gereç ve zaman sağlanmasını şart olarak belirtmişlerdir. Örneğin ÖA5’in “*Uygun ortam ve gerekli şartlar sağlandığı zaman STEM temelli bir eğitim almaları, öğrencilerin bilgiyle hazır olarak değil de kendi yol ve yöntemlerini kullanarak bilgiyi kendi kendilerine üretmelerine yardımcı olacaktır.*” şeklindeki ifadesinden uygun ve gerekli şartlar sağlanırsa kullanacağı vurgulaması yaptığını ve STEM yaklaşımı kullanmanın öğrencilerin anlamlı öğrenmelerini sağlayacağını belirttiği görülmektedir. Fiziksel şartlar sağlanırsa derslerinde STEM yaklaşımını kullanabileceğini belirten bir başka katılımcı ÖA4 ise “*Düşünüyorum. Uygun ortam, araç gereçler ve zaman ayarlandığı sürece derslerde uygulanabilir.*” şeklindeki görüşünde de yine uygun ortam, araç gereçler ve zamanın ayarlanması vurgulaması yaparak fiziksel şartların sağlanmasına odaklandığı görülmektedir.

Öğretmen adaylarının STEM yaklaşımını kullanma yönelimleri belirlendikten sonra bu yaklaşımı kullanmalarını belirtirken söyledikleri açıklamalar yani nedenler görülmektedir. Katılımcılardan biri STEM yaklaşımını derslerinde ileride kullanacağını ifade ettikten sonra kullanma nedeni olarak STEM yaklaşımının proje odaklı olup yaratıcı ve üreten bireyler yetiştirmesine değinmiştir. Örneğin ÖA2’ nin “*Kesinlikle kullanırım. Proje odaklı eğitim hem yaratıcı olmasını hem de üreten bireyler olmasını sağlar.*” şeklindeki ifadesinden proje odaklı olan STEM eğitimini yaratıcı ve üreten bireyler yetiştirmeyi sağladığı için kullanacağını belirttiği görülmektedir. Başka bir katılımcı STEM yaklaşımını ileride derslerde kullanma nedenini STEM yaklaşımını kullandığı takdirde derslere ilginin artması olarak belirtmiştir.

Örneğin bu konu hakkında ÖA7 görüşünü “*Evet kullanırım. Eğer STEM yaklaşımını fen derslerinde kullanırsam öğrencilerin derse olan ilgisi artar.*” şeklinde ifade etmiştir. Katılımcılardan bir diğerinin ise STEM yaklaşımının sadece teknolojik boyutuna vurgulama yaparak teknolojiyi eğitim sisteminde kullanmayı sağlayacağı için kullanacağını belirtmiştir. Bu konu hakkında ÖA6’nın “*Kesinlikle bu yaklaşımı kullanmayı düşünüyorum. Çünkü teknoloji artık hayatımızın bir parçası haline geldi. Ve bu kadar hayatımızın içinde olan teknolojiyi eğitim sistemimizde de kullanmamızın yararlı olacağını düşünüyorum.*” ifadesi STEM yaklaşımını kullanma nedeni olarak günlük hayatta önemli bir yere sahip olan teknolojinin, STEM yaklaşımının derslerde kullanılması sayesinde eğitim sisteminde de kullanılmasının sağlanacağı ve bu durumun eğitime faydalı olacağı olarak gördüğünü ifade etmektedir.

Öğretmen adaylarının STEM yaklaşımını öğretimde kullanma yönelimlerine genel olarak baktığımızda bütün katılımcıların derslerinde kullanmayı düşündüğü görülmektedir. Derslerinde kullanmayı düşünen katılımcıların 7’si bir şart belirtmeden kullanacaklarını söylerken 4 katılımcının uygun ortam ve gerekli şartlar sağlandığı zaman kullanmayı düşündüğü yani STEM yaklaşımını uygulayabilmek için belirli şartlara ihtiyaç olduğunu düşündükleri görülmektedir. STEM yaklaşımını ileride kullanacağını belirten öğretmen adayları kullanma nedenlerini proje odaklıdır yaratıcılığı geliştirip üreten bireyler yetiştirir, anlamlı öğrenme sağlar, derse ilgiyi artırır ve teknoloji eğitim sisteminde kullanmayı sağlar şeklinde açıklamışlardır.

4.3. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının STEM Odaklı Argümantasyon Becerilerine Yönelik Bulgular

Bu başlık altında çalışmanın ikinci araştırma sorusu olan fen bilgisi öğretmen adaylarının argümantasyon becerileri ile ilgili bulgulara yer verilmiştir. Fen bilgisi öğretmen adaylarının argümantasyon becerilerinin belirlenebilmesi amacıyla veri toplama aracı olarak STEM odaklı proje formu kullanılmıştır. Bu çalışmada çevre bilimi dersi kapsamında gerçekleştirilen 33 farklı grubun STEM odaklı formu incelenmiştir. Katılımcıların STEM odaklı forma vermiş oldukları yanıtlar Toulmin Argümantasyon Modeline (1958) göre analiz edilip argümantasyon öğelerine ayrılmıştır. Ortaya çıkarılan argümantasyon öğelerinin argümantasyon kalitesinin belirlenebilmesi için Şahin (2014) tarafından geliştirilen Argümantasyon Puanlama Anahtarı kullanılmıştır. Daha sonra fen bilgisi öğretmen adaylarının ortaya çıkarılan argümantasyon öğelerinin argümantasyon seviyelerinin

belirlenebilmesi için ise Erduran ve diğerleri (2004) tarafından geliştirilen Argümantasyon Seviyeleri Analitik Rubriği kullanılmıştır.

Bu başlık altında sunulan bulgular argümantasyon kalitesi ve argümantasyon seviyeleri olmak üzere iki başlık altında sunulmuştur.

4.3.1. Argümantasyon kalitesi

Fen bilgisi öğretmen adaylarının argümantasyon kaliteleri Şahin (2014) tarafından geliştirilen argümantasyon puanlama anahtarı kullanılarak belirlenmiştir. Fen bilgisi öğretmen adayları puanlama anahtarına göre her bir argümantasyon sürecinde en düşük 0 en yüksek 8 puan alabilmektedirler. Bu kapsamda puanların 8'e yakın olması argümantasyonun kaliteli olduğunu gösterirken, 0'a yakın olması argümantasyonun kalitesinin düşük olduğunu göstermektedir. Fen bilgisi öğretmen adaylarının argümantasyon kalitelerine yönelik bulgular Tablo 4.9.'da verilmiştir.

Tablo 4.9. Fen bilgisi öğretmen adaylarının argümantasyon kaliteleri.

Boyut	Alt boyut	Alınabilecek Puan	Sıklık	Alınan puan ortalaması /Yüzde
İddia	Bir iddia yok veya kesin olmayan iddia	0 (yok)	0 (0)	1.72 (%86)
	Kesin fakat tanımlanmamış iddia	1 (zayıf)	1 (9)	
	Kesin ve tam bir iddia	2 (güçlü)	2 (24)	
Veri-Gerekçe	Yanlış ya da hiç verilmemiş	0 (yok)	0 (0)	1.39 (%69.5)
	Yanlış ya da hiç verilmemiş	1 (zayıf)	1 (20)	
	Günlük yaşamdaki deneyimlerden sunulan veri	2 (güçlü)	2 (13)	
	Yetersiz akıl yürütme			
	Karşılaştırma yaparak veriyi sağlamış			
	DeneySEL ve bilimsel verilerden yararlanmış			
	Bilimsel veri ile desteklenmiş yeterli akıl yürütme			
Destekleme	Destekleyici yok, yanlış ya da hiç verilmemiş	0 (yok)	0 (11)	.84 (%42)
	Bir tane destekleyici var	1 (zayıf)	1 (16)	
	Birden fazla destekleyici var	2 (güçlü)	2 (6)	
Çürütme	Çürütücü yok, yanlış ya da hiç verilmemiş	0 (yok)	0 (4)	1.45 (%72.5)
	Bir tane çürütücü var	1 (zayıf)	1 (10)	
	Birden fazla çürütücü var	2 (güçlü)	2 (19)	
Toplam				5.42

Fen bilgisi öğretmen adaylarının argümantasyon kalitelerine yönelik elde edilen bulgular Tablo 4.9. genel olarak incelendiğinde argümantasyon kaliteleri genel ortalaması \bar{x} : 5.42 olarak hesaplanmıştır. Genel ortalamanın 4'ten büyük olmasına rağmen 8'e çok yakın olmamasından dolayı katılımcıların orta kalitede argümantasyon oluşturdukları söylenebilir. Detaylara baktığımızda ise her bir argümantasyon ögesinin varlığı üzerine odaklanılmış ve bileşenlerin zayıf/güçlü olmasına göre puanlamalar yapılmıştır. Puanlama anahtarında her bir boyut argümantasyon ögelerine göre belirlendiği için argümantasyon kalitesi bulguları öge isimlerine göre başlıklar altında sunulmuştur.

İddia ögesi

İlk argümantasyon ögesi iddiadır. Toulmin (1958) iddiayı kişinin desteklediği, savunduğu durum olarak açıklamaktadır. Fen bilgisi öğretmen adaylarının ortaya koydukları iddia, çevre problemine çözüm üretme süreci içerisinde çevre sorununa yönelik ortaya atılan çözüm önerileridir. İddia boyutu, bir iddia yok ve kesin olmayan bir iddiaysa 0 puan (yok), kesin fakat tanımlanmamış bir iddiaysa 1 puan (zayıf), kesin ve tam bir iddiaysa 2 puan (güçlü) olarak değerlendirilmiştir.

Fen bilgisi öğretmen adaylarının iddia boyutunun genel ortalaması 1.72 (%86) olduğundan iddiaların kalitesinin yüksek olduğu söylenebilir. Katılımcıların iddia boyutunda verdikleri yanıtlar incelendiğinde bütün grupların bir iddia ortaya koydukları belirlenmiştir. İncelenen 33 grubun projesi içerisinde 24 tanesinin iddiası güçlü iddia olarak kabul edilirken, 9 tanesinin iddiası zayıf iddia olarak belirlenmiştir.

İddialar arasından zayıf iddia olarak belirlenen grupların vermiş oldukları yanıtlar incelendiğinde hava kirliliği çevre sorununa odaklanan grup 12'nin iddiası zayıf iddiaya örnek olarak verilebilir. ÖAG12 ilgili çevre sorununa yönelik ortaya koyduğu iddiayı: "*Hava kirliliği sorununa yönelik çözüm önerimiz: Hava haznesi olan ve bu havayı tanımlayan bir cihaz geliştirmektir. Bu cihaz bir dron üzerine sabitlenecektir. Geliştirilen cihazın sanayi ve fabrika bölgelerinde gezintiye çıkartılması sağlanılarak kirliliğin yoğun olduğu bölgede sinyal vermesi sağlanacaktır.*" şeklinde ifade etmektedir. ÖAG12 ilgili çevre soruna yönelik ortaya koyduğu iddiada hava haznesi olan ve havanın tanımlanmasını sağlayan bir cihaz geliştirmekten bahsetmiştir. Fakat bu cihazın geliştirilmesi hakkında detaylı bilgi vermediği için zayıf iddia olarak belirlenmiştir.

İddialar arasından güçlü iddia olarak belirlenen grupların vermiş oldukları yanıtlar incelendiğinde şiddetli ve ani yağışların sebep olduğu sel baskınları çevre sorununa odaklanan

grup 17'nin iddiası güçlü iddiaya örnek olarak verilebilir. ÖAG17'nin ortaya koyduğu iddia aşağıdaki gibidir.

Çözüm olarak sel/su baskınına maruz kalan ev, işyeri, alt geçit, tünel vb. yerlerde insan unsuruna gerek olmaksızın, kendi kendine, otomatik olarak çalışan bir elektronik devre tasarlamak ve yapmak...Devre elektronik ve mekanik olmak üzere iki ana kısımdan meydana gelmektedir. Elektronik devremiz basitçe, su algılayıcı sensör devresinin yönlendirdiği bir röle kontağından oluşmaktadır. Suyun tahliyesi; sensör devresinin yönlendirdiği bir röle kontağının insiyatifinde çalışacak olan akvaryum motoru sayesinde olmaktadır. Motor da röleye bağlandığı için motorun çalışıp durması röle kontağı ile mümkün olacaktır. Yani devre suyu algıladığı takdirde motor çalışarak bağlı bulunan hortum yardımıyla suyu tahliye edecek, suyu algılamadığı zaman çalışmayacaktır. Böylelikle bir oto kontrol sağlanmış olacaktır. (ÖAG17)

Grup 17 ortaya koydukları iddiada, sel baskını çevre sorununa yönelik sel baskını durumunda insan gücüne gerek kalmadan çalışan elektro mekanik bir devrenin tasarlanmasından bahsetmiştir. İlgili iddiada elektro mekanik devrenin tasarlanması detaylı olarak açıklandığı için güçlü iddia kategorisinde yer verilmiştir.

Veri-gerekçe ögesi

Argümantasyon ögelerinden ikinci ve üçüncü öge: veri ve gerekçedir. Toulmin (1958) veri ögesini ortaya konulan iddiaların desteklenmesi için oluşturulan, delil olarak kabul edilen olgular şeklinde tanımlamaktadır. Gerekçe ögesini ise veri ve iddia arasındaki ilişkiyi açıklar şeklinde tanımlamaktadır. Bu çalışmada fen bilgisi öğretmen adaylarının belirledikleri çevre problemi hakkında bahsettikleri olgular veri olarak incelenmiştir. Ayrıca çevre probleminin çözümü ile ilgili ortaya koyulan iddia ögesi ile veriler arasında bağlantı kuran cümleler ise gerekçe olarak incelenmiştir.

Veri ve gerekçe ögesi puanlama anahtarında verilerin gerekçe içerisine yedirilmiş olgular olmasından dolayı ortak bir boyuta alınarak incelenmiştir. Ayrıca puanlama anahtarının oluşturulma süreci incelendiğinde özellikle sunulan gerekçedeki verilerin bilimsel olup olmamasına göre değerlendirmeler yapıldığı dikkat çekmektedir. Fen bilgisi öğretmen adaylarının çevre bilimi dersinde gerçekleştirdikleri bir proje aracılığı ile argümantasyon kaliteleri belirlenirken veri ve gerekçe ögesi ayrı ayrı tespit edilmiştir. Değerlendirmeler veri ve gerekçe ögelerinin ayrı ayrı bilimsel olup olmamasına göre yapılmıştır. Veri-gerekçe boyutu yanlış yada hiç verilmemiş veri-gerekçe ise 0 puan (yok), günlük yaşamdaki

deneyimlerden sunulan veri-gerekçe ise 1 puan (zayıf), bilimsel verilerden yararlanılarak sunulan veri-gerekçe ise 2 puan (güçlü) olarak değerlendirilmiştir.

Fen bilgisi öğretmen adaylarının veri-gerekçe boyutunun genel ortalaması 1.39 (% 69.5) olduğundan veri-gerekçe kalitesinin yüksek olduğu söylenebilir. Katılımcıların veri-gerekçe ögesine vermiş oldukları yanıtlar incelendiğinde bütün grupların veri-gerekçe ögesine yer verdikleri görülmektedir. İncelenen 33 grubun projesi içerisinde 13 tanesinin veri-gerekçesi güçlü veri-gerekçe olarak belirlenirken 20 tanesinin veri-gerekçesi zayıf veri-gerekçe olarak tespit edilmiştir.

Veri-gerekçeler arasından zayıf veri-gerekçe olarak belirlenen grupların vermiş oldukları yanıtlar incelendiğinde grup 7 örnek olarak verilebilir. Grup 7 deniz kirliliği çevre sorununa odaklanmıştır. Çözüm önerisi olarak denizlerin derinliklerine plastik algılayıcı sensörlerin kullanılması şeklinde bir iddia ortaya koymuşlardır. ÖAG7'nin sunduğu zayıf veri-gerekçe:

Bu çözüm önerimizin sorunu çözmek için etkili olacağını düşünüyoruz. Çünkü giderek kirlenen dünyamızda ve yaşadığımız çevrede bulunan canlıların yaşamlarını hiçe sayacak şekilde hareket etmekteyiz. Böyle hareket ederek yaşamının, tüm insanlığın geleceğini etkilediğinin farkındayız. Bunun için bizlerde elimizden geleni yapmalıyız. Denizlerin kirlilikten temizlenmesi adına bizler bu yolu düşündük. (ÖA7)

Grup 7'nin veri olarak günlük hayatta yaşadığımız çevrede denizlerin kirletilmesinin canlıları ve doğayı olumsuz etkilemesine odaklandıkları ve günlük yaşam deneyimlerini kullandıkları görülmektedir. Gerekçe olarak ise bu durumu düzelterek insanlığın geleceğine olumsuz etkisinin engellenmesi sunulmuştur. Bu yüzden veri-gerekçe boyutu bilimsel veri-gerekçe içermediğinden zayıf veri-gerekçe kategorisine alınmıştır.

Veri-gerekçeler arasından güçlü veri-gerekçe olarak belirlenen grupların vermiş oldukları yanıtlar incelendiğinde grup 4'ün örneği güçlü veri-gerekçeye örnek olarak verilebilir. Grup 4 içme suyu kirliliği sorununa odaklanmıştır. Çözüm önerisi olarak içme sularının arıtımında aktif karbonunun kullanılması şeklinde bir iddia ortaya koymuşlardır. ÖAG4'ün sunduğu güçlü veri-gerekçe ögesi aşağıdaki gibidir.

Suyun arıtılmasında farklı yöntemler kullanılır. Evlerde kullanılan su arıtma cihazlarında ise su bir filtreden geçirilip içinde bulunan yabancı maddelerden

arındırılıyor. Aktif karbon bu amaçla yaygın olarak kullanılan maddelerden biri. Aktif karbon, suyun içindeki yabancı maddeleri yüzeyinde tutarak sudan ayrılmasını sağlar. Bu işlem için özellikle aktif karbonun tercih edilmesinin nedeni: Aktif karbonun yüzey alanının çok geniş olması. Yani 10 gram aktif karbonun -yaklaşık 5 çorba kaşığı- yüzey alanı bir futbol sahasının yüzeyini kaplayabilir. Yapısında bulunan çatlaklar ve boşluklar nedeniyle aktif karbonun yüzeyinde suyun içindeki yabancı maddelerin tutunabileceği çok yer vardır. Bu proje ile su arıtma cihazlarında yaygın olarak kullanılan aktif karbonun suyun içindeki kirletici maddeleri sudan nasıl ayırdığını görebileceğiz. (ÖAG4)

Grup 4'ün veri olarak suyu arıtmada kullanılan diğer yöntemlerden bahsettiği ve karşılaştırma yaparak veriyi sağladığı görülmüştür. Ayrıca veri ögesinde aktif karbonun tercih edilmesinin nedeni hakkında, sudaki yabancı maddeleri arındırmasının yüzey alanının genişliğine bağlı olarak kirliliklerin yüzeyinde tutunmasını sağlaması, şeklinde açıklayarak bilimsel verilerden yararlanmıştı. Gerekçe olarak ise bu durumun gözlemlenerek olayın daha iyi anlaşılmasının sağlanması sunulmuştur. Veri-gerekçe boyutunda veri karşılaştırmalar yaparak sağlanmış olduğundan ve bilimsel veri-gerekçe içerdiğinden güçlü veri-gerekçe olarak puanlanmıştır.

Destekleme ögesi

Toulmin (1958) destekleme ögesini gerekçeleri desteklemek için kullanılan örnekler, temel varsayımlar olarak tanımlamaktadır. Bu çalışmada fen bilgisi öğretmen adaylarının ortaya koydukları iddiaları desteklediği birinci cümleler gerekçe olarak ele alınırken eğer daha ayrıntılı bir açıklama veya fazladan gerekçe varsa destekleme ögesi içerisine alınmıştır. Destekleme boyutu, yok yanlış ya da hiç verilmişse 0 puan (yok), bir tane destekleyici varsa 1 puan (zayıf), iki veya fazla destekleyici varsa 2 puan (güçlü) olarak değerlendirilmiştir.

Fen bilgisi öğretmen adaylarının destekleme boyutunun genel ortalaması .84 (%42) olduğundan destekleme kalitesinin orta olduğu söylenebilir. Katılımcıların destekleme boyutunda verdikleri yanıtlara ilişkin bulgular incelendiğinde 11 tanesinin hiç destekleme ögesine yer vermediği tespit edilmiştir. İncelenen projeler içerisinden 6 tanesi güçlü destekleme olarak belirlenirken, 16 tanesi zayıf destekleme olarak belirlenmiştir.

Desteklemeler arasından zayıf destekleme olarak belirlenen grupların vermiş oldukları yanıtlar incelendiğinde grup 9'un destekleme ögesi zayıf desteklemeye örnek olarak verilebilir. Grup 9 geri dönüşüm kutularının insanlar tarafından amacı dışında kullanılmasına

odaklanmıştır. Bu çevre sorununa çözüm önerisi olarak tek çeşit geri dönüşüm makinesinin tasarlanarak içindeki sensörler sayesinde geri dönüşüm atıklarının türlerine göre ayıran bir makinenin geliştirilmesi iddiasını ortaya koymuştur. Bu iddiayı insanların bilinçsizce attıkları çöpleri ayırma görevini makinelerin üstleneceği veri-gerekçesi ile gerekçelendirmişlerdir. ÖAG9'un argümantasyon sürecinde sunduğu zayıf destekleme ögesi “..... Ayrıca çöp ayırma tesislerinde geri dönüşüm çöplerinin ayrılması için harcanan fazladan gücün de önüne geçmiş oluruz.” şeklindeki ifadesinden bir tane destekleyici içerdiği için zayıf destekleme olarak değerlendirilmiştir.

Desteklemeler arasından güçlü destekleme olarak belirlenen grupların vermiş oldukları yanıtlar incelendiğinde grup 5'in desteklemesi güçlü desteklemeye örnek olarak verilebilir. Grup 5 kömür yakıtlı termik santrallerin çevreye etkileri sorununa odaklanmıştır. Bu çevre sorununa çözüm önerisi olarak ev tipi rüzgâr tribünleri geliştirilerek evin ihtiyacı olan elektriğin üretilmesi iddiasını ortaya koymuştur. Bu iddiayı ev tipi rüzgâr tribünlerinin kömürle çalışan termik santrallere bağlı kalmadan bir evin elektrik ihtiyacını karşılayabilecek kapasitede olması veri-gerekçesiyle gerekçelendirmiştir. Ve gerekçenin devamında ev tipi rüzgâr tribünlerinin kömürle çalışan termik santrallere göre çevremize, bize ve dünyaya zarar vermeyerek, düşük maliyette temiz enerji üretilmesini sağlamasından bahsetmiştir. ÖAG5'in ev tipi rüzgâr tribünleri geliştirilmesi hakkında sunmuş olduğu desteklemeler ise aşağıdaki gibidir.

Kömürle çalışan termik santrallere göre daha az yer kaplayan, yenilenebilir enerji kaynağı olarak rüzgâr tribünleri sürdürülebilir bir enerji kaynağıdır. Ev tipi rüzgâr tribünleri termik santraller gibi enerji elde etmek için nakliye gerektirmez, en ucra köşelerde bile kurulabilir. Gelişmiş ülkelerde rüzgâr tribünlerinin sadece ticari amaçlı olarak kullanılmadığı, aynı zamanda evlerin ihtiyacının karşılanması için kullanımının hızla arttığı görülmektedir. Ev tipi rüzgâr tribünleri her ortama uyabilir, tek başına olmalarına gerek yoktur. (ÖAG5)

Grup 5'in argümantasyon sürecinde sunduğu destekleme öğeleri, rüzgâr tribünlerinin az yer kaplaması, sürdürülebilir olması, ortama uyurlanabilir olması gibi ikiden fazla destekleme içerdiğinden güçlü destekleme kategorisinde yer verilmiştir.

Çürütme ögesi

Argümantasyon sürecindeki son öge çürütme ögesidir. Toulmin (1958) çürütme ögesini iddianın doğru sayılmayacağı durumları belirler şeklinde tanımlamaktadır. Fen

bilgisi öğretmen adaylarının oluşturdukları çürütmeler çevre sorununa yönelik çözüm önerisi olarak ortaya koydukları iddianın geçersiz olduğu durumlardır. Çürütme boyutu, yanlış ya da hiç verilmemiş çürütücü ise 0 puan (yok), bir tane çürütücü varsa 1 puan (zayıf), birden fazla çürütücü varsa 2 puan (güçlü) olarak değerlendirilmiştir.

Fen bilgisi öğretmen adaylarının çürütme boyutunun genel ortalaması 1.45 (%72.5) olduğundan çürütücü kalitesinin yüksek olduğu söylenebilir. Katılımcıların çürütme boyutunda verdikleri yanıtlara ilişkin bulgular incelendiğinde 4 tanesinin hiç çürütme ögesine yer vermediği görülmektedir. İncelenen projeler içerisinde 19 tanesi güçlü çürütme olarak belirlenirken, 10 tanesi zayıf çürütme olarak belirlenmiştir.

Çürütmeler arasında zayıf çürütme olarak belirlenen grupların vermiş oldukları yanıtlar incelendiğinde grup 10'un çürütmesi zayıf çürütmeye örnek olarak verilebilir. Grup 10 elektrik enerjisi tüketiminin gün geçtikçe artması sorununa odaklanmıştır. Bu soruna yönelik güneş enerjisini depolayarak elektrik enerjisine çeviren ağaçlar geliştirilmesi iddiasını ortaya koymuşlardır. Geliştirilen sistemin şehrin belirli bölgelerine yerleştirilerek elde ettikleri elektrik enerjisinin bu ağaçlara yakın yerlerdeki kafe, restoran, okul, bahçe vb. yerlerde kullanılması sağlanılarak elektriğin hem doğal yollardan elde edilmesi hem de aylık elektrik enerjisinden belli bir miktar tasarruf etmeyi sağlaması veri-gerekçesiyle gerekçelendirilmiştir. ÖAG10'un bu iddianın doğru sayılamayacağı durumları içeren çürütme ögesi "*Bulduğumuz çözüm önerisi israf etmeye devam eden bir yerde... işe yaramaz. Ancak israfın önünü kesebilirsek israfı önleyip ekstra tüketimde de tasarrufa gidersek çözüm önerimiz tam anlamıyla işe yaramış olur.*" şeklindedir. Grup 10'un çürütme olarak ortaya koyulan iddianın insanların sürekli israf etmeye devam ettiği bir yerde işe yaramayacağı şeklinde bir durum belirttiği görülmektedir. Çürütme boyutu bir tane çürütme içerdiği için zayıf çürütme olarak puanlanmıştır.

Çürütmeler arasında güçlü çürütme olarak belirlenen grupların vermiş oldukları yanıtlar incelendiğinde grup 7'in çürütmesi güçlü çürütmeye örnek olarak verilebilir. Grup 7 deniz kirliliği sorununa odaklanmıştır. Bu soruna yönelik denizin derinliklerinde plastik algılayıcı sensör kullanılması şeklinde iddia ortaya koymuştur. ÖAG7'nin ortaya koyduğu iddianın geçersiz olduğu durumlar olarak açıkladığı güçlü çürütmeler aşağıdaki gibidir.

Diğer arkadaşlarımızla yaptığımız beyin fırtınası sonucu arkadaşlarımız bu projemizin denizlerdeki canlılar içinde faydalı olacağını düşünerek onayladılar. Ancak diğer

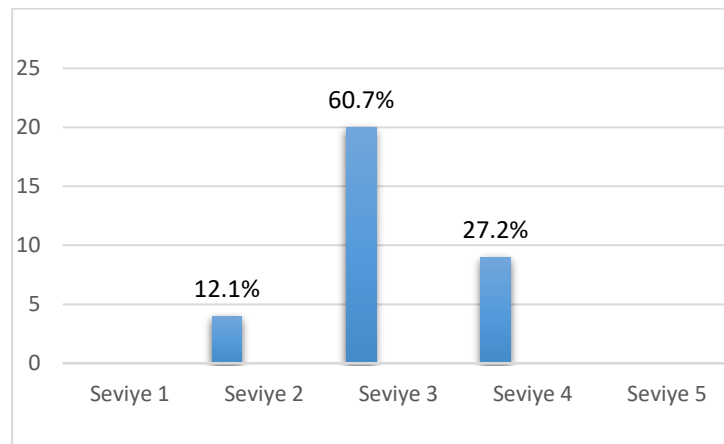
taftan denizlere yerleştireceğimiz sensörlerin yerlerinden oynaması, bu sensörlerin denizde yaşayan bazı canlılara zarar vermesi ve sensörlerin suda bozulma ihtimali çözüm önerimizin işe yaramasını engelleyebilir. (ÖAG7)

Grup 7'nin çürütme olarak sensörlerin yerinden oynaması, deniz canlılarına zarar vermesi ve suda bozulması durumlarında ortaya koyulan iddianın geçersiz sayılabileceğini belirttiği görülmektedir. Çürütme boyutunda incelenen grup birden fazla çürütme ögesine yer verdiği için güçlü çürütme olarak puanlanmıştır.

4.3.2. Argümantasyon seviyeleri

Bu çalışmada fen bilgisi öğretmen adaylarının argümantasyon becerileri kapsamında argümantasyon seviyeleri incelenmiştir. Fen bilgisi öğretmen adaylarının argümantasyon seviyeleri Erduran ve diğerlerinin (2004) Argümantasyon Seviyeleri Analitik Rubriği kullanılarak belirlenmiştir. Argümantasyon seviyeleri analitik rubriği argümantasyon sürecindeki öğeleri hem yapısal (içeriksel) hem de sayısal olarak değerlendirmektedir. İlgili analitik rubrik birbiri üzerine hiyerarşik olarak sıralanan 5 seviyeden oluşmaktadır.

Fen bilgisi öğretmen adaylarının en alt kalitede oluşturmuş oldukları argümantasyon Seviye 2 olarak belirlenirken, en üst kalitede oluşturmuş oldukları argümantasyon Seviye 4 olarak belirlenmiştir. Katılımcılardan hiç birinin Seviye 1 ve Seviye 5 argümantasyon oluşturmadıkları görülmektedir. Argümantasyon seviyeleri analitik rubriğinde en yüksek kalitede argümantasyon Seviye 5 olmasına rağmen katılımcıların oluşturmuş oldukları argümantasyonların en yüksek kalitede Seviye 4 olması katılımcıların en yüksek kalitede argümantasyon oluşturamadıklarını göstermektedir. Fen bilgisi öğretmen adaylarının argümantasyon seviyelerinden elde edilen bulguların seviyelere göre sıklık grafiği Şekil 4.1.'de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Argümantasyon seviyeleri sıklık grafiği.

Şekil 4.1'e göre güncel bir çevre problemine çözüm önerisi üretme süreci içerisinde fen bilgisi öğretmen adaylarının %60.7'nin (n= 20) Seviye 3 argümantasyon oluşturdukları belirlenirken, %27.2'nin (n= 9) Seviye 4 argümantasyon oluşturduğu tespit edilmiştir. Katılımcıların %12.1'nin (n= 4) ise Seviye 2 argümantasyon oluşturdukları tespit edilmiştir. Şekil 4.1'e göre katılımcıların oluşturmuş oldukları argümantasyonların Seviye 3'te yoğunlaştığı görülmektedir. Bu durum fen bilgisi öğretmen adaylarının bir çevre problemine çözüm üretme projesinde oluşturmuş oldukları argümantasyonlarda ortaya koydukları iddiayı veri, gerekçe, destekleme öğelerinden herhangi biri veya hepsi ile desteklediklerinin ve nadiren zayıf çürütmeler kullanabildiklerini göstermektedir. (İddia + veri/gerekçe/destekleme + zayıf çürütme)

Argümantasyon seviyeleri analitik rubriği, çürütme ögesi bulunduran argümantasyonları çürütme bulundurmayanlara göre daha kaliteli olarak nitelendirmektedir. Argümantasyon seviyelerinden 3, 4 ve 5 çürütme ögesini bulunduran seviyeler olduğundan Seviye 1 ve 2'ye göre daha kaliteli olarak değerlendirilmektedir. Fen bilgisi öğretmen adaylarının oluşturmuş oldukları argümantasyonların %60.7'sinin Seviye 3, %27.2'sinin Seviye 4 olarak belirlendiğinden fen bilgisi öğretmen adaylarının %87.9'unun kaliteli argümantasyon oluşturdukları söylenebilir. Katılımcıların %12.1'i ise Seviye 2 düzeyinde argümantasyon oluşturduğu belirlendiğinden fen bilgisi öğretmen adaylarının %12.1'nin kaliteli argümantasyon oluşturdukları söylenemez.

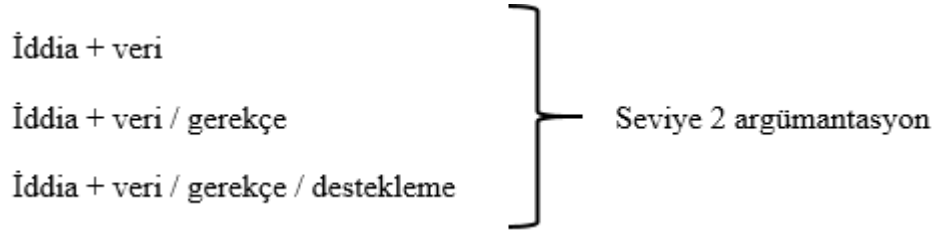
Fen bilgisi öğretmen adaylarının argümantasyon seviyelerinden elde edilen bulgular çürütmelerin olmadığı ve olduğu argümantasyonlar olmak üzere iki alt başlık altında sunulmuştur ve katılımcıların alıntılılarıyla desteklenmiştir.

Çürütmelerin olmadığı argümantasyon bulguları

Çürütme bulundurmayan argümantasyonlar Seviye 1 ve 2'yi kapsamaktadır. Fen bilgisi öğretmen adaylarının oluşturmuş oldukları argümantasyonların seviyelerinden elde edilen bulgular incelendiğinde katılımcıların hiç birinde Seviye 1'e rastlanılmadığından doğrudan Seviye 2 argümantasyon bulguları ve örnek alıntılılarına yer verilmiştir.

Seviye 2 argümantasyon bulguları

Bir argümantasyon eğer veri, gerekçe veya destekli iddialardan oluşmuş fakat çürütme içermiyorsa, Seviye 2 olarak değerlendirilmektedir. Seviye 2 olarak değerlendirilen argümantasyonların genel şeması Şekil 4.2.'de verilmiştir.



Şekil 4.2. Seviye 2 argümantasyonların genel şeması.

Fen bilgisi öğretmen adaylarının bir çevre problemine çözüm üretme projesi sürecinde oluşturmuş oldukları argümantasyonlar incelendiğinde incelenen 33 proje içerisinde 4 tanesinin Seviye 2 olduğu belirlenmiştir. Seviye 2 olarak belirlenen argümantasyonlar arasında ÖAG29'un argümantasyon süreci Seviye 2 argümantasyona örnek olarak verilebilir. ÖAG29'un çevrenin kirletilmesi sorununa yönelik ortaya koyduğu çöp toplayan robot geliştirilmesi iddiası hakkında oluşturmuş olduğu argümantasyon aşağıdaki gibidir.

Araştırmacı: Bulduğunuz çevre sorunu nedir? Bu sorun için çözüm öneriniz nedir? Bu çevre sorununun etkili olacağını düşünüyor musunuz, neden?

ÖAG29: Çevre kirliliği. Dışarıdaki oturma alanlarının kirli olmasından dolayı bu sorunu bulduk (Veri). Çözüm önerimiz ise gezerek çöp toplayan robot. Bu robot özellikle park gibi kalabalık alanlarda; insanların yanına giderek onlardan çekirdek kabukları, plastik-cam şişeler ve kağıt çöpler gibi atıklarını sesli komut yardımıyla onlardan ister. Robotun içi ise plastik, cam ve kağıt olmak üzere üç ayrı hazneden oluşur. Robot gözlerindeki kamera sayesinde insanlardan aldığı çöpün türünü algılayıp uygun hazneye atar. Ayrıca içinde bulunan gps sistemi sayesinde hırsızlığa karşı önlem alır (İddia).

Araştırmacı: Bu çözüm önerisi hangi durumlarda işe yarar? Hangi durumlarda yaramaz?

ÖAG29: Evet çözmek için etkili olduğunu düşünüyorum. Her durumda işe yarar. Tabii ki başka çözüm yolları da vardır ama biz teknolojiyi de kullanmak istediğimiz için bu yolu seçtik (Gerekçe). (ÖAG29)

ÖAG29 ortaya koyduğu çöp toplayan robot geliştirilmesi iddiası hakkında dışarıdaki oturma alanlarının kirli olması verisini sunmuş ve böyle bir robot geliştirmelerinin gerekçesini teknolojiyi kullanmak istemeleri olarak belirtmiştir. ÖAG29 bu çözüm yolunun hangi durumlarda işe yaramadığı (Çürütme), bu çözüm önerisi dışında hangi çözüm yollarının

olduğunun (Karşıt iddia) ve neden bu yolları seçmedikleri (Karşıt iddia çürütmesi) sorularını cevaplamadıklarından argümantasyonlarında çürütme ögesine yer vermedikleri tespit edilmiştir. Seviye 2 olarak değerlendirilen ÖAG29'un argümantasyonunun özeti aşağıdaki gibidir.

ÖAG29: iddia + veri + gerekçe } Seviye 2 argümantasyon

ÖAG29'un argümantasyonu veri ve gerekçe içeren bir iddiadan oluşan fakat çürütmelere rastlanmayan bir argümantasyon olduğundan Seviye 2 olarak değerlendirilmiştir.

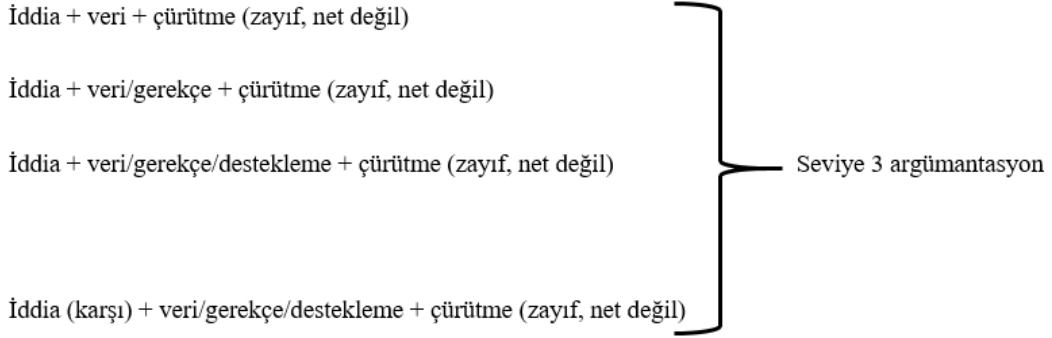
Çürütmelerin olduğu argümantasyon bulguları

Çürütme bulduran argümantasyonlar Seviye 3, 4 ve 5'i kapsamaktadır. Zayıf ve net çürütme bulduran argümantasyonlar bu kapsamda incelenmiştir. Eğer çürütmeler veri, gerekçe ve destekleme ögelerinden biri ile destekleniyorsa çürütme net, desteklenmiyorsa çürütme zayıf olarak nitelendirilmektedir. Fen bilgisi öğretmen adaylarının oluşturmuş oldukları argümantasyonlardan elde edilen bulgular incelendiğinde katılımcıların hiç birinde Seviye 5'e rastlanılmadığından doğrudan Seviye 3 ve 4 argümantasyon bulgularına ve örnek alıntılarına yer verilmiştir.

Seviye 3 argümantasyon bulguları

Çürütmelerin olduğu ilk argümantasyon Seviye 3'tür. İlgili rubrikte çürütmelerin hem netliği hem de sayısı önem arz etmektedir. Çürütmelerin zayıf/güçlü olması durumu çürütmelerin içeriğine göre değil (bilimsel olup olmamasına göre değil) niteliğine göre belirlenmektedir. Eğer çürütmeler veri, gerekçe ve destekleme ögelerinden biri ile destekleniyorsa çürütme net, desteklenmiyorsa çürütme zayıf olarak nitelendirilmektedir. Bu bölümde zayıf çürütme bulduran Seviye 3 argümantasyonlar incelenmiştir.

Bir argümantasyon veri, gerekçe veya desteklemelerle ve bazen kullanılan zayıf çürütmelerden meydana getirilen bir dizi iddia veya karşıt iddiadan oluşan argümantasyonları içeriyorsa Seviye 3 olarak değerlendirilmektedir. İlgili ölçekte oluşturulan birden fazla iddianın yada karşıt iddianın zayıf çürütmelerle desteklenmesi gerekliliği vurgulanmaktadır. Seviye 3 olarak değerlendirilen argümantasyonların genel şeması Şekil 4.3.'te verilmiştir.



Şekil 4.3. Seviye 3 argümantasyonların genel şeması.

Fen bilgisi öğretmen adaylarının bir çevre problemine çözüm üretme projesi sürecinde oluşturmuş oldukları argümantasyonların seviyeleri incelendiğinde incelenen 33 proje içerisinde 20 tanesi Seviye 3 olarak değerlendirilmiştir. Örneğin ÖAG33'ün sunduğu argümantasyon örneği Seviye 3'e örnek olarak verilebilir. Su kirliliği, çevre problemine odaklanan ÖAG33'ün Seviye 3 argümantasyon süreci aşağıda verilmiştir.

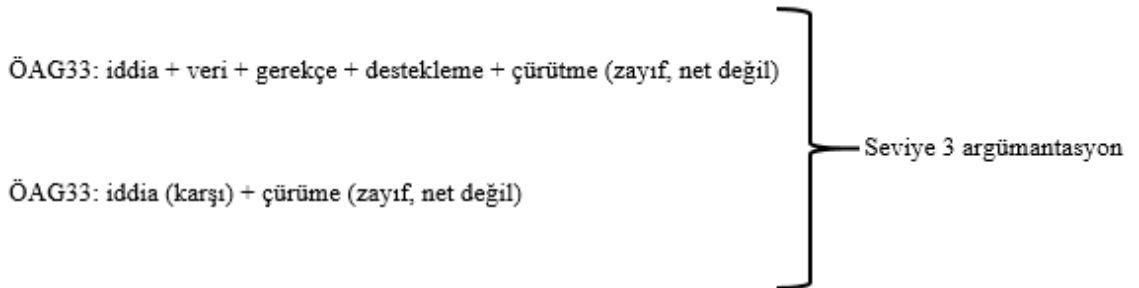
Araştırmacı: Bulduğumuz çevre sorunu için çözüm öneriniz nedir? Bu çözüm önerinizin etkili olacağını düşünüyor musunuz? Neden?

ÖAG33: Bulduğumuz çevre sorunu su kirliliği. Bu çevre sorununa yönelik suyun daha tasarruflu ve dönüştürülebilir olarak kullanılması hakkında çözüm önerisi ürettik. Çözüm önerimiz: Atık sularda bulunan plastik-cam türevi maddelerin ayrıştırılarak plastik maddelerin geri dönüşüme kazandırılması, atık suların arıtılarak tekrar kullanmak üzere geri dönüşüme kazandırılması ve böylelikle su kirliliğinin de önlenerek suda yaşayan diğer canlılara zarar gelmesinin önlenmesi (Veri) amacıyla şehrin atık sularının boşaltıldığı yerlere bir kanal sistemi kurularak kanala dökülen borulara file takılmasıdır (İddia). Çözüm önerimizin basit ama etkili olacağını düşünüyoruz. Çünkü atık sulardaki kirlilikler insanlar tarafından görülmediğinden insanlar suları ne kadar kirlettiklerini farkına varamıyorlar (Destekleme). Plastik türevi maddeler ise su canlılar için ölümcül bir risk taşımaktadır. Ayrıca temiz ve içilebilir su kaynaklarımızın içindeki kirliliklerden ayrıştırılması sayesinde hem plastik maddelerin geri dönüşümünü sağlamış oluyoruz hem de sularımızı temizleyerek tekrar kullanılmasıyla su tasarrufu yapmış oluyoruz (Gerekçe).

Araştırmacı: Bu çözüm önerisi hangi durumlarda işe yarar? Hangi durumlarda yaramaz?

ÖAG33: Bu çözüm önerisi büyük boyutlu maddeleri süzmekte işe yarar. Mikroplastikler gibi küçük maddeleri ise sudan ayıramaz (Zayıf çürütme). Bu çözüm önerimiz dışında şöyle bir çözüm önerisi düşündük. Evlere günlük kişi başına 35 litre su tüketimine izin verecek şekilde tasarlanan sayaç sistemleri kurmak. Günlük limitini dolduran evlerdeki sayaçtaki sensör çalışarak su iletimini kesecektir (Karşıt iddia). Bu yolu seçmeme nedenimiz insanlar bunu kabullenmeyebilir. Bazı insanlar sensörleri sökerek kaçak su kullanımı gibi yollara başvurabilir. Bu yüzden tercih etmedik (Karşıt iddia çürütmesi).

ÖAG33 ve üyeleri su kirliliği çevre sorununa yönelik ürettikleri çözüm yolu projelerinde atık suların döküldükleri yerlere bir kanal sistemi ve kanala dökülen borulara file takılması iddialarını sunmuş ve bu iddiayı gerekçe ve destekleme ögeleri ile desteklemişlerdir. Daha sonra bu çözüm önerisi hangi durumlarda işe yarar hangi durumlarda yaramaz sorusuna vermiş oldukları yanıtlar incelendiğinde kullanmış oldukları filelerin mikroplastik maddeleri ayırtırmada işe yarayamayacağını belirterek, ÖAG33'ün çürütme ögesine yer verdiği görülmüştür. Çürütme ögesi diğer argümantasyon ögelerinden herhangi biri ile desteklenmediğinden net değil, zayıf bir çürütmedir. Daha sonra Grup 33'ün alternatif çözüm yolu olarak evlerdeki su tüketiminin önüne geçmek adına sayaçlı sistemler kurabileceğine yönelik karşıt iddia ortaya koyduğu görülmektedir. Bu çözüm yolunu seçmeme nedenleri olarak yani karşıt iddia çürütmelerinde ise insanların bu sistemi kabullenmeyip sensörleri sökmesi durumunda bu yolun işe yaramayacağı şeklinde belirttikleri görülmüştür. ÖAG33'ün karşıt iddia çürütmesi de argümantasyon ögelerinden herhangi biri ile desteklenmediğinden net değil, zayıf bir çürütme olarak değerlendirilmiştir. Bu nedenle grup 33'ün hem ortaya koyduğu iddianın çürütme ögesi hem de karşı iddianın çürütme ögesi zayıf çürütme olarak değerlendirildiğinden argümantasyon Seviye 3 olarak nitelendirilmiştir. ÖAG33'ün Seviye 3 olarak değerlendirilen argümantasyonun özeti şu şekildedir.



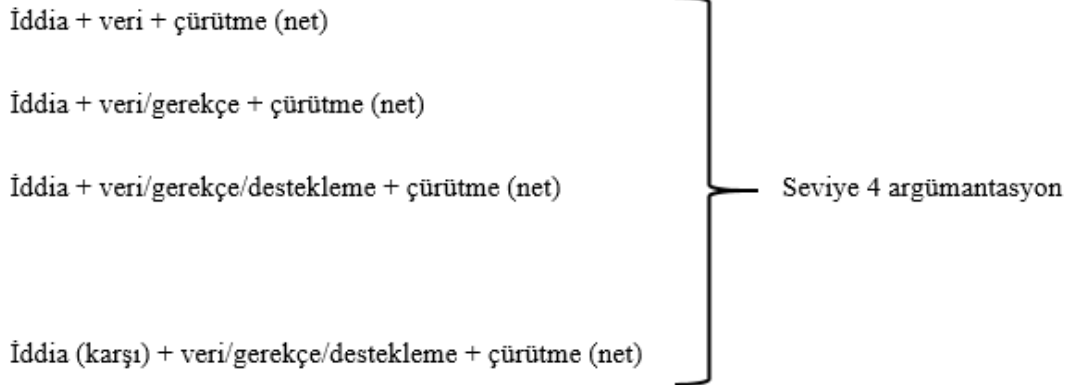
Grup 33'ün argümantasyonun veri, gerekçe ve destekleme ögeleriyle desteklenmiş ve

bir tane zayıf çürütme içeren bir iddiadan oluşan bir argümantasyon olduğu belirlenmiştir. Ayrıca ortaya koyulan karşıt iddianında net değil, zayıf bir çürütme ögesi ile çürütülmesi görüldüğünden Seviye 3 argümantasyon olarak değerlendirilmiştir.

Seviye 4 argümantasyon bulguları

Çürütmelerin olduğu ikinci argümantasyon Seviye 4'tür. Net çürütme bulunduran argümantasyon seviyeleri analitik rubrik kapsamında Seviye 4 ve Seviye 5 argümantasyon olarak belirlenmiştir. Bu seviyelerdeki argümantasyonlarda çürütmenin içeriğine göre değil çürütmelerin niteliğine, netliğine (diğer argümantasyon ögeleri ile desteklenip desteklenmemesine), sayısına (birden fazla net çürütme olma durumu) göre argümantasyonun kalitesi belirlenmektedir. Bu bölümde en az bir tane net bir biçimde tanımlanabilen çürütme içeren Seviye 4 argümantasyon bulgularına yer verilmiştir.

Bir argümantasyon eğer iddia ile birlikte en az bir tane net bir biçimde tanımlanabilen bir çürütmeden oluşan bir argümantasyon ise Seviye 4 olarak değerlendirilmektedir. İlgili ölçekte oluşturulan argümantasyonun birkaç iddia ve karşıt iddia içerebileceği fakat zorunlu olmadığı belirtilmiştir. Seviye 4 olarak değerlendirilen argümantasyonların genel şeması Şekil 4.4.'te verilmiştir.



Şekil 4.4. Seviye 4 argümantasyonların genel şeması

Fen bilgisi öğretmen adaylarının bir çevre problemine çözüm üretme projesi sürecinde oluşturmuş oldukları argümantasyonların seviyeleri incelendiğinde 33 proje içerisinde 9 tanesi Seviye 4 olarak değerlendirilmiştir. Örneğin ÖAG23'ün sunduğu argümantasyon örneği Seviye 4 için örnek olarak verilebilir. Çevre kirliliği sorununa odaklanan ÖAG23'ün Seviye 4 olarak değerlendirilen argümantasyon süreci aşağıda verilmiştir.

Araştırmacı: Bulduğunuz çevre sorunu için çözüm öneriniz nedir? Bu çözüm önerinizin etkili olacağını düşünüyor musunuz?

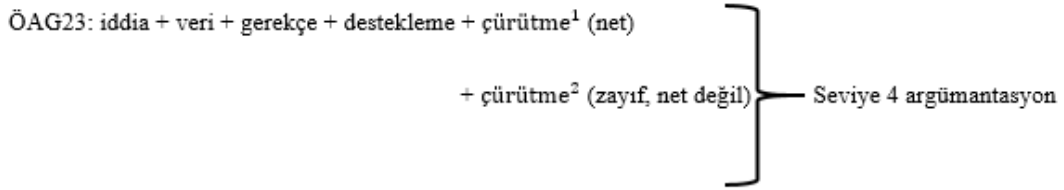
ÖAG23: Bulduğumuz sorun, çöplerin çöp kutusu yerine çöp kutusu çevresine atılmasıdır. Aynı zamanda insanlar çöp kutularının kapaklarının pis olduğunu düşünüp temas etmemek için çöpü çöp kutusuna atmak yerine yere atmayı tercih ediyorlar (Veri). İnsanların dikkatini bu konu üzerine bir çöp kutusuyla çekebiliriz diye düşündük. Çözüm önerimiz; kendi kendine açılıp kapanabilen çöp kutuları tasarlamak. Bu çöp kutusu 10 cm yaklaşıncaya açılır, 5 saniye boyunca 90 derecelik açıyla açık kalır ve tekrar kapanır (İddia). Böylece hem çöp atmak için pis ve mikroplu kapaklara dokunmadan çöpü atmış hem de dikkat çeken çöp kutusu tasarımlarımız sayesinde insanları çöp atmaya teşvik etmiş oluruz (Gerekçe). Bu çözüm önerimizin sorunu çözmek için etkili olacağını düşünüyorum. Çünkü insanlar yolda bu tarz dikkat çekici bir çöp kutusu gördüklerinde merak edip inceleyecek ve yaklaştığında kapağının otomatik açılıp ledin yandığını fark edeceklerdir. Aynı zamanda insanların elleri dolu olduğunda bu çöp kutusunun önüne geçip mesafe algılama sensörü sayesinde kapağının açılması insanlara büyük kolaylık sağlayacaktır (Destekleme). Bu sayede çöp kutusuna çöp atmak kolaylaşacak ve yere atmamak için insanları teşvik etmiş olacaktır.

Araştırmacı: Bu çözüm önerisi hangi durumlarda işe yarar? Hangi durumlarda yaramaz?

ÖAG23: Kullanacağımız servo motor evde kullanılması durumunda yani küçük çöp kutularına takıldığında işe yarayabilir. Fakat sokaktaki çöp kutuları daha büyük ve ağır olduğundan (Veri) servo motor kapağı kaldıramaz hale gelir ise bu çöp kutusu işe yaramayabilir (çürütme¹, net çürütme). Bir diğer nokta ise insanların bu çöp kutularını kullanımlarına bağlı olarak fayda sağlayabilir ve işe yarayabilir. Ama kamu malına zarar vermek isteyen bir toplumda insanlar bu çöp kutusunu çalmak veya kırmak isterlerse bu çözüm önerimiz işe yaramayacaktır (çürütme², zayıf çürütme).

ÖAG23 ve üyeleri çöplerin çöp kutularına atılmaması çöp kapaklarının kirli olması durumunda çöplerin yere atılması sorununa yönelik ürettikleri çözüm yolu projelerinde belirli bir mesafe içerisinde yaklaşıldığında kendi kendine açılıp kapanabilen bir çöp kutusu geliştirilmesi iddiasını ortaya koymuşlardır. Bu iddialarını veri gerekçe ve destekleme öğeleri ile desteklemişlerdir. Daha sonra bu çözüm önerisi hangi durumlarda işe yarar hangi durumlarda yaramaz sorusuna vermiş oldukları yanıtlar incelendiğinde ise kullanmış oldukları servo motorun evlerde kullanılması yani küçük çöp kutularına takıldığında işe yarayacağını

belirtmişlerdir. Yani sokaktaki çöp kutuların daha büyük ve ağır olması verisinden yola çıkıp servo motorun kapağı kaldıramaz hale gelmesi durumunda çözüm önerilerinin işe yarayamayacağı şeklinde veri ile desteklenen çürütme ögesine yer verdikleri görülmüştür. Çürütme ögesi diğer argümantasyon ögelerinden herhangi biri ile desteklenirse net bir çürütme olarak değerlendirilmektedir. ÖAG23'ün ortaya koyduğu argümantasyon net bir çürütmeden oluşan bir argümantasyon olduğundan Seviye 4 olarak değerlendirilmiştir. ÖAG23'ün Seviye 4 olarak değerlendirilen argümantasyonun özeti şu şekildedir:



Fen bilgisi öğretmen adaylarının bir çevre problemine çözüm yolu üretme projelerinde oluşturdukları argümantasyonlardan Seviye 4 argümantasyona bir başka örnek karşıt iddiaların net bir biçimde çürütüldüğü argümantasyon örnekleridir. Fen bilgisi öğretmen adaylarının oluşturmuş oldukları argümantasyonlardan ÖAG5'in örneği Seviye 4 argümantasyona örnek olarak verilebilir. Kömür yakıtlı termik santrallerin çevreye olumsuz etkileri sorununa odaklanan ÖAG5'in argümantasyon süreci aşağıda verilmiştir.

Araştırmacı: Bulduğunuz çevre sorunu için çözüm öneriniz nedir? Bu çözüm önerinizin etkili olacağını düşünüyor musunuz? Neden?

ÖAG5: Bulduğumuz çevre sorunu kömür yakıtlı termik santrallerin çevreye olumsuz etkileridir. Bu çevre sorunu için çözüm önerimiz; "Ev Tipi Rüzgâr Tribünleri"dir. Çözüm önerimizin etkili olacağını düşünüyoruz (İddia). Çünkü Ev Tipi Rüzgâr Tribünleri kömürle çalışan termik santrallere bağlı kalmadan bir evin elektrik ihtiyacını karşılayabilmektedir. Ev tipi rüzgâr tribünleri, kömürle çalışan termik santrallerin çevremize, bize, dünyamıza verdiği zararları vermeyerek, düşük maliyette temiz enerji üretmemizi sağlar. Kömürle çalışan termik santrallerine göre daha az yer kaplayan, yenilenebilir enerji kaynağı olan ev tipi rüzgâr tribünleri, termik santrallerin aksine, temiz, bol miktarda ve sürdürülebilir bir çözümdür (Gerekçe). Ev tipi rüzgâr tribünleri termik santraller gibi enerji elde etmek için nakliye gerektirmez, en ücra köşelerde bile kurulabilir. Gelişmiş ülkelerde rüzgâr tribünlerinin sadece ticari amaçlı olarak kullanılmadığı, aynı zamanda evlerin ihtiyacının karşılanması

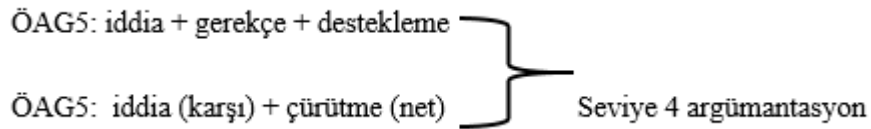
için kullanımının hızla arttığı görülmektedir. Ev tipi rüzgâr tribünleri her ortama uyabilir, tek başına olmalarına gerek yoktur (Destekleme).

Araştırmacı: Önerdiğiniz çözüm önerisi dışında da çözüm önerisi var mıdır? Varsa neden bu çözüm yollarını seçmediniz?

ÖAG5: Bu çözüm önerimiz dışında bir diğer çözüm önerimiz; evlerimizin çatısına kuracağımız “Güneş Paneli de” elektrik enerjisi ihtiyacımızı karşılayabilmektir. (Karşıt iddia). Bu çözüm yolunu tercih etmeme nedenlerimiz: Küçük ve akü destekli güneş enerji sistemlerinde kullanım süreleri kısa ve dayanıksız olduklarından çok çabuk bozulabilmektedirler. Güneş Panelleri evlerimizin çatılarında çok fazla alana gereksinim duyarak tahribata neden olmaktadır. Eski tip Güneş Panellerinin değiştirilmesinden kaynaklı çevre kirliliği meydana gelmektedir (Gerekçe). Güneş Panellerinin cam ve alüminyum malzemesi çevre için büyük bir sorun yaratmamasına karşın Güneş hücrelerinden oluşan paneller çeşitli ağır metaller, katkı maddeleri insan sağlığına zararlı maddeler içermektedir. Kanser yapabilen ve oldukça zehirli olan bu maddelerin başlıcaları: Arsenik, kurşun, galyum, kadmiyum, selenyum, kristal silikondaki kristal tetraklorürdür. Paneller yapılırken zararlı ağır metallere korunmak için koruyucu giysilerle çalışıldığını gösteren görseller bulunmaktadır. Araştırmacılar bakım ve onarım çalışmalarında kaza ve yangınlarda panellerdeki ağır metallerin çevredeki toprak, su ve besinlere ulaşabileceğini söyleyerek şimdiden önlem alınmasını önermektedirler. Panellerdeki kimyasalların parçalanıp, eskiyen panellerden yağmurla yıkanıp çevreye ve insana ulaşabileceğini, panellerin sökülüp çöpe atıldığında özellikle az gelişmiş ülkelerde büyük sorunlar yaratacağını vurgulamaktadırlar (Veri). Güneş Panellerinin bu zararlı etkilerini araştırdıktan sonra bir diğer çözüm yolu önerimiz olan “Evlerimizin çatısına Güneş Panellerinin yapılması” yerine “Ev Tipi Rüzgâr Tribünleri” yapılmasının bulduğumuz çevre sorununa daha etkili bir çözüm yolu olabileceği kanısına vardık. Arkadaşlarımızla yaptığımız beyin fırtınası sonucunda çözüm önerimiz değişmedi ancak bir arkadaşımızın “Güneş Panellerinin Ev Tipi Rüzgâr Tribünleriyle kullanılması halinde tribünlerin daha iyi bir performans verebilir” görüşünün uygulanabilecek bir çözüm yolu olarak düşündük. Ancak Güneş Panellerinin zararlı etkilerini düşünerek çözüm önerimizi değiştirmedik (Karşıt iddia çürütmesi).

ÖAG5 ve üyeleri kömür termik santrallerin çevreye zarar vermesi sorununa yönelik

ürettikleri çözüm yolu projelerinde: Ev tipi rüzgâr tribünlerinin geliştirilmesi iddiasını ortaya koymuştur. ÖAG5'in ortaya koydukları iddiayı gerekçe ve destekleme ögeleriyle desteklediği fakat iddiası hakkında çürütme ögesine yer vermediği görülmektedir. ÖA5'in kömürle çalışan termik santrallerin çevreye verdiği zararı en aza indirmek için ortaya koyduğu bir başka alternatif çözüm yolu yani karşıt iddia evlerin çatısına kurulacak güneş panelleri sistemidir. Grup 5 ve üyelerinin ortaya koydukları karşıt iddia olan güneş panelleri kurulması iddiasını güneş panellerinin kullanımının kısa ve dayanıksız olması, evlerin çatılarında çok fazla alana gereksinim duyması ve eski tip güneş panellerinin değiştirilmesinden kaynaklı çevre kirliliği meydana getirmesi gerekçesiyle tercih etmediklerini belirtmesi karşıt iddia çürütme ögesini gerekçe ögesiyle desteklediğini göstermektedir. Ayrıca güneş paneli sisteminin güneş hücrelerinden oluşan panellerin ağır metal içermesi, bu metallerin kanser yapabilmesi, paneller yapılırken koruyucu giysilerle çalışılması gereken tabela görsellerinin olması ve herhangi bir kaza durumunda ağır metallerin toprak, su ve besinlere ulaşmasını engellemeler adına önlemler alınmasını gerektiren araştırmaların bulunması verileri ile karşıt iddia çürütmelerini veri ögesiyle destekledikleri görülmektedir. Çürütme ögesi diğer argümantasyon ögelerinden herhangi biri ile desteklenirse net bir çürütme olarak değerlendirilmektedir. ÖAG5 ortaya koyduğu karşıt iddiayı veri ve gerekçe ögeleriyle destekleyip çürütmüştür. ÖA5'in ortaya koyduğu argümantasyon net bir çürütmeden oluşan bir argümantasyon olduğundan Seviye 4 olarak değerlendirilmiştir. ÖAG5'in Seviye 4 olarak değerlendirilen argümantasyonun özeti şu şekildedir:



ÖAG5'in veri gerekçe destekleme ögelerini içeren bir iddia ve bunun yanında bu iddianın alternatif bir çözüm yolu olan karşıt iddia ortaya koyduğu görülmektedir. Karşıt iddiayı net bir biçimde çürütmüştür. ÖAG5 karşıt iddia çürütme ögesini argümantasyon ögelerinden veri ve gerekçe ögesi ile desteklediğinden çürütme ögesi, nettir. ÖAG5'in en az bir tane net bir biçimde tanımlanabilen çürütme içeren bir iddia ortaya koyarak argümantasyon sürecini oluşturduğu görüldüğünden argümantasyonu Seviye 4 olarak değerlendirilmiştir.

BÖLÜM 5

5. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmanın amacı, fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarını, STEM görüşlerini ve sergiledikleri STEM odaklı argümantasyon seviye ve kalitelerini çevre bilimi dersi kapsamında belirlemekten oluşmuştur. Bu amaç doğrultusunda fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM farkındalıkları, STEM görüşleri ve STEM odaklı argümantasyon becerileri (seviye ve kaliteleri) incelenmiş ve ulaşılan bulgular sunulmuştur. Bu kısımda ise gerçekleştirilen çalışmanın bulguları her bir alt araştırma sorusu kapsamında özet olarak sunulmuş ve ilgili literatür kapsamında tartışılmıştır. En sonda ise ilgili bulgular ışığında bu alanda çalışan araştırmacılara, eğitimcilere ve öğretmenlere önerilerde bulunulmuştur.

5.1. Sonuç ve Tartışma

5.1.1. STEM farkındalıkları

Bu araştırmanın temel amaçlarından biri fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarının belirlenmesinden oluşmuştur. Bu amaç doğrultusunda kullanılan ölçek aracılığı ile elde edilen bulgular bizlere katılımcıların STEM yaklaşımının öğrencilere yönelik olumlu katkıları konusunda katılıyorum-tamamen katılıyorum (\bar{x} : 4.41) aralığında bir ortalama puana sahip oldukları ve dolayısıyla yüksek farkındalığa sahip olduklarını göstermiştir. İlgili ölçeğin ikinci kısmı olan STEM yaklaşımının derse etkisi konusunda ise katılıyorum (\bar{x} : 3.78) aralığında bir ortalamaya sahip oldukları ve ortalama bir farkındalık sergiledikleri görülmüştür. İlgili ölçeğin son kısmı olan STEM yaklaşımının öğretmene yönelik etkisi bölümüne ise katılıyorum (\bar{x} : 4.09) aralığında bir puan ortalamasına sahip oldukları ve yüksek bir farkındalık gösterdikleri belirlenmiştir. Özetle bu çalışmaya katılan fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarının genel olarak yüksek olduğu, STEM'in öğrencilere yönelik olumlu katkılarının ise yüksek oranda farkında olduklarını söyleyebiliriz.

Öğretmen ve öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarının yüksek olması önemlidir. Çünkü yeni bir yaklaşımın öğretimde uygulanabilmesi için öğretmenlerin bu yaklaşımın olumlu yönlerinin farkında olmaları ve bu yaklaşımı kullanmaya ikna olmaları gerekir. Bu yüzden STEM yaklaşımının da ülkemizde başarılı şekilde uygulanabilmesi için öncelikle öğretmen ve öğretmen adaylarının STEM yaklaşımının olumlu yönlerinin farkında olmaları ve bu yaklaşımı derslerine entegre etme konusunda istekli olmaları önemlidir. Bu çalışmanın

bulguları çalışmaya katılan öğretmen adaylarının bu farkındalıklarının olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde alanyazında da farklı çalışmalar aracılığı ile öğretmen ve öğretmen adaylarının STEM farkındalıkları incelenmiş ve benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Örneğin Er ve Acar-Başegmez (2020) 371 fen ve matematik öğretmen adayıyla gerçekleştirdikleri çalışmalarında katılımcıların STEM farkındalıklarının iyi düzeyde olduğu ve sınıf düzeyi arttıkça STEM farkındalık seviyelerinin de arttığı görülmüştür. Benzer şekilde Çevik, Danıştay ve Yağcı (2017) fen, matematik ve bilişim teknoloji öğretmenlerinin STEM farkındalıklarının belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışmada katılımcıların STEM’le ilgili olumlu bakış açısını belirten maddelere katıldıkları, STEM’le ilgili olumsuz ifadelerle ise katılmadıklarını belirlemişlerdir. Aşılıoğlu ve Yaman (2020) fen bilimleri, matematik ve sınıf öğretmenliği öğretmen adaylarının STEM farkındalık düzeylerinin belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışmaların da katılımcıların STEM’le ilgili olumlu maddelere yüksek oranda katıldıkları ve olumsuz maddelere ise yüksek oranda katılmadıkları görülmüştür. Bu çalışmada kullanılan farkındalık ölçeği ile aynı ölçeği kullanan diğer çalışma bulgularına bakıldığında da benzer sonuçlara ulaşıldığı görülmektedir. Örneğin Yaman ve Aşılıoğlu (2022) öğretmenlerin STEM’e yönelik farkındalıklarını, tutum ve sınıf içi uygulama özyeterlilik algılarını inceledikleri çalışmalarında katılımcıların STEM eğitiminin “öğrenciye etkisi” boyutu ve “öğretmene etkisi” boyutu ile ilgili farkındalıklarının yüksek düzeyde olumlu, “derse etkisi” boyutunda ise farkındalıklarının orta düzeyde olumsuz (kararsız) olduğunu belirlemişlerdir. Bu çalışma bulgularında da STEM yaklaşımının derse etkisi boyutu katılımcıların en düşük ortalamaya (\bar{x} : 3.78) sahip oldukları boyut olmasına rağmen kararsızdan ziyade olumlu ve katılıyorum düzeyinde olduklarını göstermiştir. Aynı ölçeği kullanan Yaşar (2021) çalışmasında okul öncesi öğretmenlerinin STEM farkındalıklarını incelemiş ve benzer şekilde STEM’in öğretmene ve öğrenciye yönelik etkileri boyutlarında olumlu farkındalık varken STEM’in derse yönelik etkileri boyutunda ise (\bar{x} : 2.89) ise katılımcıların kararsızlık yaşadıkları görülmektedir.

Sonuç olarak bu çalışmanın bulguları fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarının yüksek olduğunu ve bunun da STEM’i derslerinde kullanmayı sağlamada önemli olduğunu söyleyebiliriz. Benzer şekilde alanyazında gerçekleştirilen çalışmalarında çoğunluğu öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarının yüksek düzeyde olduğunu göstermesi STEM yaklaşımının ülkemiz kapsamında uygulanabilmesi için önemli olduğunu göstermektedir. Diğer yandan alanyazındaki bazı çalışmalar STEM’in derse yönelik etkisi boyutunda öğretmen adaylarının kararsızlık yaşadığını gösterse de bu çalışmada fen bilimleri

öğretmen adaylarının STEM'in derse yönelik etkisi boyutunda kararsızlık yaşamadıkları ve derse yönelik olumlu etkilerinin de farkında oldukları söylenebilir. Öğretmen adaylarının STEM'in derse yönelik olumlu etkilerinin farkında olmalarını sağlamak için eğitim fakültelerindeki uygun derslerin STEM yaklaşımıyla verilmesi veya STEM uygulamalarının daha sık öğretmen eğitiminde tercih edilmesi sağlanabilir.

5.1.2. STEM görüşleri

Bu araştırmanın temel amaçlarından biri fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM görüşlerinin belirlenmesinden oluşmuştur. Bu amaç doğrultusunda elde edilen bulgular bizlere fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM ile ilgili görüşlerinin STEM'in tanımı, STEM'in önemi, STEM'in öğretmen açısından avantaj ve dezavantajları, STEM'in öğrenci açısından avantaj ve dezavantajları ve STEM yaklaşımının öğretimde kullanımı olmak üzere 5 ana tema etrafında yoğunlaştığını göstermiştir.

Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM ile ilgili görüşleri incelendiğinde STEM'i nasıl tanımladıkları ve anlamlandırdıkları önem arz etmektedir. Bu çalışmanın katılımcıları STEM yaklaşımını disiplinlerarası bir yaklaşım, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik, öğretmenlerin bilmesi gereken bir öğretim yöntemi, fen okuryazarı yetiştirmeyi amaçlayan bir sistem, problem çözme, ürün ortaya koyma ve bilgilerin teoriden pratiğe dönüşmesini sağlayan bir yaklaşım şeklinde tanımladıkları görülmüştür. Öğretmen adaylarının STEM tanımını doğru bir şekilde yapmaları önemlidir. Çünkü öğretim programında yeni bir yaklaşım olan STEM'in doğru bir şekilde uygulanabilmesi için öğretmen adayları tarafından STEM uygun şekilde anlaşılması gerekir. Bu çalışmanın bulguları bizlere çalışmaya katılan öğretmen adaylarının STEM'in önemli yönlerini tanımlarında vurguladıkları ve doğru bir şekilde tanımladıklarını göstermektedir. Alanyazında gerçekleşen farklı çalışmalar aracılığı ile öğretmen ve öğretmen adaylarının STEM görüşleri incelenmiş ve bu çalışmanın bulgularını destekleyen sonuçlara ulaşılmıştır (Bakırcı ve Kutlu, 2018; Bölükbaşı ve Arı, 2019; Uğraş, 2017). Örneğin Aslan ve Bektaş (2019) 9 fen bilgisi öğretmen adayının STEM görüşlerinin belirlenmesi için gerçekleştirdiği çalışmada katılımcıların STEM tanımlamalarına bakıldığında fen, teknoloji, mühendislik ve matematik, bir çok alanın entegre edilmiş hali ve disiplinlerarası etkileşim özelliklerine odaklanarak tanımladıkları görülmüştür. Benzer şekilde Özcan ve Koştur (2018) fen bilimleri öğretmenlerinin STEM görüşlerinin belirlenmesi amacıyla yaptığı çalışmada öğretmenlerin STEM tanımını STEM'in açılımını yaparak ve bütünleştirilmiş bir yaklaşım şeklinde ifade ettikleri görülmüşlerdir. Doğan ve Saraçoğlu (2019) ise 6 fen bilgisi öğretmenin STEM temelli fen eğitimine yönelik görüşlerini

belirlediği çalışmasında katılımcıların STEM disiplinleri arasındaki ilişkiyi doğru bir şekilde belirledikleri sonucuna ulaşmıştır. Benzer şekilde Eroğlu ve Bektaş (2016) 5 fen bilgisi öğretmeniyle gerçekleştirmiş olduğu görüşmeler sonucu öğretmenlerin STEM'i en az bir STEM disiplini ile ilişkilendirerek fen, teknoloji, mühendislik ve matematikle bağlantılı disiplinlerarası bir yaklaşım olarak gördükleri sonucuna ulaşmıştır. Yapılan çalışmalarda STEM'i fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin disiplinlerarası bir şekilde bütüncül kullanılmasına yönelik tanımlamalara vurgu yapıldığı görülmektedir. Sonuç olarak bu çalışmanın ve alanyazında yapılan çalışmaların bulgularına bakıldığında STEM tanımlamalarının disiplinlerarası yaklaşım, STEM yaklaşımının açılımı olan fen, teknoloji mühendislik ve matematik, teorik bilgilerin uygulanması, problem çözme, problemlerin çözümü için ürün ortaya koyma şeklinde yoğunlaştığı görülmektedir. Bu durum bizlere fen bilimleri öğretmen adaylarının teoride STEM yaklaşımının önemli özelliklerini fark edebildiklerini ve diğer yaklaşımlardan ayırt edebildiklerini göstermektedir.

Fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM görüşlerine yönelik bulguları incelendiğinde STEM yaklaşımının önemine yönelik düşünceleri önem arz etmektedir. Çünkü STEM yaklaşımını ne kadar önemli görürlerse bu yaklaşımı uygulamaları da o kadar mümkün olmaktadır. Bu çalışmanın bulguları STEM'in üst düzey düşünme becerilerini kazandırma ve geliştirmede etkili bir yaklaşım olması, günümüz çağına uygun teknolojik becerilerin kazanılmasını sağlaması, teorik derslerin günlük hayatta uygulanmasına öncülük etmesi, ufuk açarak problemlere birden fazla çözüm bulmayı sağlaması ve fen bilimleri dersine karşı olan olumsuz bakışları değiştirmesinden dolayı önemli olduğunu düşündüklerini göstermektedir. STEM yaklaşımının önemine yönelik olan görüşler öğretmen adaylarının STEM yaklaşımının eğitim-öğretim sürecine olan katkılarının farkında olmaları ve bu yaklaşımı uygulamaları için motivasyon sağlama potansiyeli olduğundan dolayı önemlidir. Bu çalışmanın bulguları incelendiğinde öğretmen adaylarının STEM'in bireylere yönelik üst düzey düşünme becerileri kazandırması, derslere yönelik konuların günlük hayatta uygulanmasını sağlaması ve problemlere alternatif çözüm yolları bulmayı sağlaması gibi STEM yaklaşımının önemli katkılarının olduğu görüşünün hâkim olduğu görülmektedir. Benzer şekilde alanyazında da farklı çalışmalar aracılığı ile öğretmen ve öğretmen adaylarının STEM görüşleri incelenmiş ve benzer sonuçlara ulaşılmıştır (Bölükbaşı ve Arı, 2019; Eroğlu ve Bektaş, 2016; Kaya, 2019; Özcan ve Koştur, 2018). Örneğin Bölükbaşı ve Arı (2019) fen bilimleri öğretmenlerinin STEM yaklaşımıyla ilgili görüşlerini inceledikleri çalışmalarında STEM'in 21. YY becerileri kazanımı, teorik bilgilerin uygulanması, ilgi, başarı ve

motivasyon sağlama gibi amaçlarının ön plana çıktığı görülmüştür. Benzer şekilde Bakırcı ve Kutlu (2018) da fen bilimleri öğretmenlerinin STEM yaklaşımı hakkında görüşlerini belirlediği çalışmada STEM etkinliklerinin fen eğitimine 21. YY becerileri kazandırma, dersleri daha eğlenceli ve ilgi çekici yapma, öğrenilenlerin somutlaştırılması ve kalıcı öğrenmeyi sağlamayı sağlama gibi olumlu etkilerinin olduğu görüşünde oldukları görülmüştür. Alanyazın incelendiğinde farklı çalışmalarda bu çalışmada belirlenmeyen görüşlerinde olduğu görülmektedir. Bu görüşler farklı bakış açısı kazandırma, kişisel gelişim, problem durumunu belirlemeyi öğrenme, ürün tasarlama, ekonomi, kalkınma ve üretim için önemi gibi farklı temalar üzerine yoğunlaştığı görülmektedir (Bakırcı ve Kutlu, 2018; Kaya, 2019; Özcan ve Koştur, 2018). Bu farklılığın sebebi bu çalışmaya katılan öğretmen adaylarının STEM kapsamında yaşadıkları deneyimsel farklılıklardan kaynaklandığı veya bu çalışmada kullanılan yarı yapılandırılmış görüşme sorularından kaynaklandığı söylenebilir. Sonuç olarak bu çalışmanın bulguları fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM'in önemi hakkında olumlu görüşlere sahip olduklarını göstermektedir. Öğretmen adaylarının STEM'in öneminin farkında olmaları onların gelecekte derslerinde STEM yaklaşımını kullanmaları için gerekli olan bilişsel ve duyuşsal altyapıyı sağlaması açısından önemli olduğu söylenebilir.

Fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM görüşlerine yönelik bulgular incelendiğinde STEM'in öğretmen açısından avantaj ve dezavantajlarının farkında oldukları görülmektedir. Görüşme formundan elde edilen bulgular incelendiğinde katılımcıların STEM'in öğretmen açısından avantajlarını kendini geliştirmeye katkı sağlaması ve anlamlı öğrenmeyi sağlaması üzerine yoğunlaştığı görülmüştür. Bunun yanında öğretmen adayları üst düzey öğrenme ve bu öğrenmenin değerlendirilmesine imkan sunması, üreten nesiller yetiştirilmesi ve teknoloji-fen entegrasyonu ile ders işlemeyi sağlaması konusunda da STEM'in öğretmenler için avantajlar sağladığını düşünmektedirler. STEM'in sağladığı katkı ve dezavantajların bilinmesi önemlidir çünkü yeni bir yaklaşımın uygulanabilmesi için avantaj ve dezavantajlarının göz önünde bulundurularak hareket edilmesi gereklidir. Alanyazında fen bilimleri öğretmen ve öğretmen adaylarının STEM görüşleri üzerine yapılan benzer çalışmalar incelendiğinde öğrenciyi daha iyi anlamaya fırsat sunması, öğrenciyi aktifleştirmeye imkan vermesi ve öğretime zenginlik katması gibi STEM'in öğretmenler için sağladığı avantajlar belirtilmiştir (Aslan ve Bektaş, 2019; Eroğlu ve Bektaş, 2016; Özcan ve Koştur, 2018). Sonuç olarak bu çalışma da elde edilen STEM yaklaşımının öğretmen açısından avantajlarıyla ilgili bulgulara bakıldığında bu bulguların bir kısmının alanyazındaki bulgularla benzerlik göstermekte iken, üst düzey öğrenmenin değerlendirilmesine fırsat vermesi, öğretmenlerin bireysel gelişimlerini

desteklemesi ve teknoloji-fen entegrasyonu sağlaması gibi alana katkı sağlayacak yeni bulgulara da ulaşıldığını söyleyebiliriz.

Çalışmanın bir diğer bulgusu olan STEM'in öğretmene yönelik dezavantajlarıyla ilgili bulgular incelendiğinde STEM'in öğretmen açısından dezavantajlarının zaman yetersizliği, malzeme temini, sınıf hakimiyeti ve rehberlik etme zorluğu şeklinde katılımcılar tarafından belirlendiği görülmektedir. Alanyazından incelendiğinde bu çalışma bulgularıyla paralel bulgulara erişildiği görülmektedir (Aslan ve Bektaş, 2019; Bölükbaşı ve Arı, 2019; Kaya, 2019). Örneğin Eroğlu ve Bektaş (2016) çalışmalarında öğretmenlerin STEM'in öğretmene yönelik zaman yetersizliği, malzeme ve yönerge eksikliği, konuya hâkim olma ve STEM'in bir amaç değil araç olarak kullanılmasına dezavantajlarından bahsettikleri, Özcan ve Koştur (2018)'in çalışmasına katılan öğretmen adaylarının ise müfredatla uyumsuz olması, zaman yetersizliği, deneyimli eğitici eksikliği, STEM'i amaç değil araç olarak kullanılması gibi dezavantajlara dikkat çektikleri görülmektedir. Sonuç olarak çalışmanın STEM yaklaşımının öğretmen açısından dezavantajları bulgularından olan zaman yetersizliği, malzeme temini ve öğretmenin etkinlikleri hazırlama zorluğu alanyazınla örtüşen sonuçlardandır. Bunun yanında STEM yaklaşımının uygulanmasında karşılaşılabilecek öğretmen açısından dezavantajlar konusunda bu çalışmadan farklı olarak alanyazında STEM'i amaç değil, araç olarak görme ve deneyimli eğitici eksikliği bulguları göze çarpmaktadır. STEM yaklaşımının etkili bir şekilde uygulanabilmesi için öğretmenlerin bahsetmiş olduğu bu dezavantajların ortadan kaldırılması veya öğretmenlerin bu dezavantajlardan etkilenmemesi için gerekli olan yetkinliğe sahip olması önemlidir. Öğretmenlerin sahip olması gereken yetkinlikler alanyazında STEM okuryazarlığı kapsamında değerlendirilmekte ve STEM entegrasyon bilgisi, pedagojik bilgi, 21. YY becerileri bilgisi ve bağlam bilgisinden oluşmaktadır. Bu kapsamda öğretmen ve öğretmen adaylarının STEM okuryazarlıklarının desteklenmesi STEM uygulamalarının başarısı için önemlidir. Bununla birlikte STEM okuryazarı öğretmenlerin derslerinde STEM yaklaşımını uygulayabilmeleri içinde gerekli maddi alt yapı ve teknolojik araç gereçlerin okullar ve ülke bağlamında hazırlanması da önem arz etmektedir.

STEM görüşlerinden elde edilen bulgulara göre katılımcıların STEM'in öğrenci açısından avantaj ve dezavantajlarının farkında oldukları görülmektedir. STEM'in öğrenci açısından üst düzey düşünme becerilerini geliştirme, özgüven kazandırma, derse ilgi/motivasyon sağlama, derse aktif katılımı sağlama, kalıcı öğrenme ve üretken bireylerin yetiştirilmesi gibi avantajlarının katılımcılar tarafından ifade edildiği belirlenmiştir. Öğretmen

ve öğretmen adaylarının STEM yaklaşımının öğrenciye yönelik sağladığı avantaj ve dezavantajları bilmeleri önemlidir. Çünkü öğretmen adaylarının bu yaklaşımının öğrencilere kazandıracığı fayda ve zararları bilmeleri STEM uygulamalarında dikkat edilecek noktaların belirlenmesinde de yol gösterici olur ve STEM yaklaşımını bilinçli bir şekilde derslerinde kullanmalarını destekler. Bu çalışmanın STEM'in öğrenci açısından avantajlarıyla ilgili bulguları alanyazında bulunan benzer çalışma bulguları tarafından da desteklenmektedir (Bakırcı ve Kutlu, 2018; Bölükbaşı ve Arı, 2019; Doğan ve Saraçoğlu, 2019; Eroğlu ve Bektaş, 2016; Saçılık, 2019). Örneğin Aslan ve Bektaş (2019)'un çalışmasına katılan fen bilimleri öğretmen adayları STEM'in öğrenciye yönelik 21. YY becerileri kazandırma, kalıcı bilgilerin oluşması, yaratıcılık ve eleştirel düşünme becerileri kazandırma gibi avantajlarının olduğunu belirlemişlerdir. Benzer şekilde Doğan ve Saraçoğlu (2019)'nun çalışmasına katılan fen bilimleri öğretmenleri STEM temelli fen eğitiminin öğrencilere disiplinlerarası bakış açısı kazandırdığı, yaparak yaşayarak aktif öğrenme sağladığı, üst düzey zihinsel beceriler kazandırdığı ve işbirlikli öğrenme gibi katkılar sağlayacağını belirtmişlerdir. STEM'in öğrencilere özgüven kazandırma, öğrencilerin üretken bireyler olarak yetişmesini sağlama ve mühendislik tasarım aşamaları sayesinde yaratıcılıklarının arttırılarak verimli/keyifli vakit geçirip sorumluluk bilinçlerinin artması gibi avantajlarının da öğretmenler tarafından ifade edildiğini söyleyebiliriz (Eroğlu ve Bektaş, 2016).

STEM'in öğrenci açısından dezavantajları ise zaman sıkıntısı, malzeme temini, deneyimli eğitici eksikliğinde etkinliklerin anlaşılmasında, fene ilgisi olmayan öğrencilerin sıkılması ve ürün geliştirme kaygısı olarak bu çalışmanın katılımcıları tarafından belirlenmiştir. Bu kapsamda alanyazından öğretmen ve öğretmen adaylarının STEM'in öğrenci açısından dezavantajlarını içeren görüşler incelendiğinde benzer sonuçlara ulaşıldığı görülmektedir (Çınar ve Terzi, 2021; Doğan ve Saraçoğlu, 2019; Eroğlu ve Bektaş, 2016; Yıldırım, 2018). Örneğin Eroğlu ve Bektaş (2016)'nın çalışmasına katılan fen bilimleri öğretmen adayları zaman sıkıntısı, malzeme-yönerge eksikliği, grup çalışması, tasarımı gerçekleştirilememesi, ürün kaygısı gibi STEM'in öğrenci açısından dezavantajları olduğundan bahsetmişlerdir. Benzer şekilde Çınar ve Terzi (2021) çalışmalarında STEM'in öğrenciler için dezavantajlarına yönelik öğrencilerin pasif kalması, yetiştirilememesi kaygısı ve öğrencilerin erken vazgeçmesi gibi dezavantajlardan bahsettikleri görülmüştür. Bu anlamda STEM yaklaşımına göre dersler işleneceği zaman bu dezavantajların göz önünde bulundurulması ve buna göre ön hazırlıkların yapılması önemsenmelidir.

Bu çalışmaya katılan öğretmen adaylarının STEM görüşleriyle ilgili son bulgu ise katılımcıların STEM yaklaşımını derslerinde kullanma durumlarını içermektedir. STEM yaklaşımını kullanma yönelimleri incelendiğinde katılımcıların çoğunluğunun ileride derslerinde STEM yaklaşımını kullanmak istediği belirlenirken bir kısmının gerekli şartlar sağlanması durumunda kullanıma görüşünde oldukları sonucuna ulaşılmıştır. Katılımcılar STEM yaklaşımını ileride derslerinde kullanma nedenleri olarak proje odaklı ve yaratıcılığı desteklemesi, teknolojiyi eğitim sisteminde kullanmayı sağlaması, anlamlı öğrenme ve derse ilgiyi arttırması nedeniyle kullanacaklarını belirtmişlerdir. STEM yaklaşımını kullanma yönelimleri ile ilgili gerekli şartlar sağlanırsa kullanacaklarını belirten öğretmen adayları ise uygun ortam ve gerekli şartlar sağlandığı zaman kullanmayı düşündüğünü yani STEM yaklaşımını uygulayabilmek için gerekli malzeme ve altyapı gibi şartlara ihtiyaç olduğunu düşündükleri görülmektedir. Alanyazından öğretmen ve öğretmen adaylarının STEM görüşlerine yönelik STEM yaklaşımını derslerde kullanma yönelimleri incelendiğinde de benzer sonuçlara ulaşıldığı görülmektedir (Eroğlu ve Bektaş, 2016; Saçılık, 2019; Yıldırım ve Türk, 2018). Örneğin Eroğlu ve Bektaş (2016) çalışmasında fen bilimleri öğretmenlerinin STEM’i derslerde kullanmak istediklerini belirtirken bir katılımcının malzeme temini giderilirse kullanılabileceğini belirttiği sonucuna ulaşmıştır. Saçılık (2019)’un çalışmasına katılan fen bilimleri öğretmenlerinin ise alt yapı eksikliğinin giderildiği ve esneklik sağlanıp bölgesel sınırlamaların ortadan kaldırıldığında STEM yaklaşımının tüm bölgelerde başarı sağlanabileceği yönünde görüş bildirmişlerdir. Benzer şekilde Yıldırım ve Türk’ün (2018) çalışmasına katılan öğretmen adayları da çoğunlukla STEM eğitime derslerinde yer vereceklerini belirtirken STEM eğitimi konusunda alan bilgisi, mühendislik bilgisi, fen ve matematik bilgilerinin eksikliği gibi nedenlerle bir grup katılımcının ise STEM eğitime derslerinde yer vermek istemedikleri ve kararsızlık yaşadıkları görülmüştür. Sonuç olarak öğretmen adaylarının STEM yaklaşımını derslerinde kullanma konusunda istekli oldukları fakat bazı sebeplerle bazı öğretmen adaylarının ise STEM yaklaşımını kullanma konusunda kararsızlık yaşadıkları görülmektedir. Bu noktada öğretmen adaylarının gerekli yetkinliklerle yetiştirilmesi ve STEM yaklaşımını derslerinde uygulayabilecekleri ortamlar oluşturularak bu yaklaşımı derslerinde kullanmaları konusunda teşvik edilmeleri önemlidir. Ancak bu sayede STEM yaklaşımının hem öğrencilere hem de kendilerine sunduğu katılardan faydalanabilirler.

5.1.3. STEM odaklı argümantasyon seviye ve kaliteleri

Bu araştırmanın amaçlarından birisini de bir çevre problemine çözüm üretme projesi sürecinde fen bilgisi öğretmen adaylarının sergiledikleri STEM odaklı argümantasyon becerilerinin belirlenmesinden oluşmuştur. Bu amaçla fen bilgisi öğretmen adaylarının bir çevre problemine çözüm üretme projesi sürecinde doldurmuş oldukları STEM odaklı proje formları incelenmiş ve argümantasyon becerileri belirlenmiştir. Argümantasyon becerileri kapsamında öğretmen adaylarının argümantasyon seviyeleri Erduran ve diğerleri (2004) tarafından geliştirilen analitik rubrik ile belirlenirken, argümantasyon kaliteleri Şahin (2014) tarafından geliştirilen argüman puanlama anahtarına göre belirlenmiştir.

Bu çalışmada bir çevre problemine çözüm üretme sürecindeki STEM odaklı proje formunun analizinden elde edilen bulgular incelendiğinde 33 gruptan oluşan öğretmen adaylarının argümantasyon seviyelerinin 20 (%60.7) grup için Seviye 3, 9 (%27.2) grup için Seviye 4 ve 4 (%12) grup için ise Seviye 2 olduğu belirlenmiştir. Buradan öğretmen adaylarının bir çevre problemine çözüm üretme sürecinde oluşturdukları STEM odaklı argümantasyonların Seviye 3'te yoğunlaştığı sonucuna ulaşılmıştır. Argümantasyon seviyeleri analitik rubriğine göre (Erduran ve diğ., 2004) seviyeler arasındaki en önemli fark çürütme ögesini bulduran argümantasyonların çürütme buldurmaya göre daha kaliteli kabul edilmesidir. Bir argümantasyon iddia, veri, gerekçe ve desteklemelerin yanında çürütme ögesini de içeriyorsa üst seviyede kaliteli bir argümantasyon olup bu seviyedeki ilk üst seviyede kaliteli argümantasyon Seviye-3 olarak belirlenmiştir. Bu nedenle argümantasyon seviyelerinden 3, 4 ve 5 çürütme ögesini bulduran seviyeler olduğundan Seviye 1 ve 2'ye göre daha kaliteli olarak nitelendirilmektedir. Sonuç olarak bu çalışmada fen bilgisi öğretmen adaylarının argümantasyon seviyeleri Seviye-3'te yoğunlaştığı için argümantasyon seviyeleri yüksektir denebilir. Bu durum fen bilgisi öğretmen adaylarının bir çevre problemine çözüm üretme projesinde oluşturmuş oldukları argümantasyon süreçlerinde karşı iddia ile birlikte iddia oluşturabildiklerinin ve iddiayı veri, gerekçe, destekleme ögelerinden herhangi biri veya hepsi ile desteklediklerinin ve nadiren zayıf çürütmeler kullanabildiklerini göstergesidir. Çalışma bulgularına göre fen bilgisi öğretmen adaylarının en yüksek seviyede oluşturmuş olduğu argümantasyon Seviye-4 olarak kabul edilirken, en düşük düzeyde oluşturdukları argümantasyon Seviye-2 olarak belirlenmiştir. Argümantasyon seviyeleri analitik rubriğinde en yüksek kalitede argümantasyon Seviye 5 olmasına rağmen katılımcıların oluşturmuş oldukları argümantasyonların en yüksekinin Seviye 4 olması katılımcıların en yüksek kalitede argümantasyon oluşturamadıklarını göstermiştir.

Alanyazın incelendiğinde STEM eğitimi ile argümantasyonun entegrasyonuna yönelik öğretmen ve öğretmen adaylarıyla gerçekleştirilen az sayıda çalışmanın olduğu ve öğretmen ve öğretmen adaylarının argümantasyon seviyelerine çok fazla odaklanılmadığı görülmektedir (Arık, 2019; Conner, Crawford, Foutz, Hill, Jackson, Kim ve Thompson, 2020; Erdoğan, Çiftçi, Yıldırım ve Topçu, 2017; Mathis, Siverling, Glancy ve Moore, 2017). Örneğin Arık (2019) sınıf öğretmen adaylarıyla gerçekleştirdiği çalışmasında argümantasyon temelli sorgulayıcı yaklaşımın asit-baz konusunda geliştirilen STEM etkinliği ile uygulanmasını öğretmen görüşlerine göre değerlendirmiş ve sonucunda etkinliklerin katılımcıların bilimsel süreç, yaratıcılık ve yenilik becerilerinin geliştiğini, konu alanını daha iyi öğrendikleri sonucuna ulaşmıştır. Alanyazında ilgili araştırmalar incelendiğinde STEM yaklaşımı ve argümantasyonun birbirinden bağımsız olarak uygulandıkları görülmektedir. Argümantasyon entegreli STEM eğitimiyle ilgili olan çalışmalar incelendiğinde ise çoğunlukla farklı öğrenci gruplarıyla çalışıldığı ve argümantasyon temelli STEM eğitiminin öğrencilerin akademik başarısında olumlu etkisi olduğunu gösteren çalışmaların mevcut olduğu görülmektedir (Demirel ve Özcan, 2021; Gülen, 2016; Gülseven, Tüysüz ve Tozlu, 2021; Uçar, 2019). Bu anlamda bu çalışmanın özgünlüğü argümantasyon entegreli STEM yaklaşımını içerip alanyazından farklı olarak öğretmen adaylarının argümantasyon seviyelerinin belirlenmesinden oluşmaktadır. STEM eğitimi ile argümantasyon entegrasyonuna yönelik öğretmen ve öğretmen adaylarının argümantasyon becerilerini inceleyen çalışmalara bakıldığında yalnızca Erdoğan ve diğerlerinin (2017) 9 fen bilgisi öğretmen adayıyla STEM eğitim uygulamaları sırasında argümantasyon bileşenlerini yapılandırmalarındaki ilerlemelerinin incelendiği görülmüştür. Erdoğan ve diğerlerinin (2017) bulgularına göre STEM eğitimi sırasında katılımcıların argümantasyon bileşenlerinin (iddia, veri, gerekçe ve çürütme) oluşturulmasında büyük bir ilerleme kaydettiklerine ve çürütme ortalama puanlarının diğer bileşenlerden daha düşük olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Alanyazın incelendiğinde argümantasyon destekli STEM uygulamalarının; öğrencilerin argümantasyon seviyesi üzerine etkisini inceleyen çalışmalarında olduğu görülmektedir (Gülseven, Tüysüz ve Tozlu, 2021; Yıldırım ve Türk, 2018). Örneğin Yıldırım ve Türk (2018) argümantasyon destekli STEM uygulamalarının öğrencilerin STEM'e yönelik tutumları, problem çözme becerileri ve argümantasyon niteliklerini belirlemek amacıyla gerçekleştirdiği çalışmada argümantasyon destekli STEM uygulamalarının öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirdiğini, argümantasyon niteliklerinin ise Seviye-1'de ve düşük olduğu sonucuna ulaşmıştır. Gülseven, Tüysüz ve Tozlu (2021) argümantasyon temelli STEM eğitimiyle işlenen derslerdeki etkinliklerde sürecin başındaki etkinliklere göre sürecin sonundaki

etkinliklerde öğrencilerin daha üst seviyelere doğru argüman oluşturarak gelişimlerini pozitif yönde sürdürdükleri görülmüştür. Çalışmaları sonucunda öğrenci gruplarının argümantasyon seviyelerine bakıldığında ise birinci etkinlikte büyük çoğunluğunun Seviye-1 ve Seviye-2’de olduğu yalnızca bir grubun Seviye-3 düzeyine çıkabildiği görülmüştür. Bu durumun öğrencilerin argüman oluşturma seviyelerinin düşük seviye ve kalitede kaldığını göstermektedir. Bu durumun nedeni olarak Gülseven, Tüysüz ve Tozlu (2021) öğrencilerin argümantasyonla yeni tanışmış olması, süreçten çok sonuca odaklandıkları, çürütme ögesinin varlığını tam olarak anlamlandıramamaları gerekçesiyle desteklemiştir. Bu çalışmanın bulgularına göre ise katılımcıların Seviye-3 düzeyinden sonra en fazla oranda Seviye-4 düzeyde argüman oluşturdukları gözlemlenmiştir. Katılımcıların Seviye-4 düzeyinde argüman oluşturmaları iddia, veri, gerekçe, destekleme ve çürütmelerin yanında net (güçlü) çürütmeler kullanabildiklerinin sonucuna ulaşılmıştır. Bu durum fen bilgisi öğretmen adaylarının farklı argümanların geçerliliklerinin test edilmesinde kullanılan çürütme bileşeninin önemini farkına vardıklarına ve sonuçtan çok sürece odaklandıklarının göstergesi olabilir.

Bu çalışmada öğretmen adaylarının yazılı argümantasyon becerileri incelenmiştir. Bu kapsamda öğretmen adaylarının yazılı argümantasyon becerilerine odaklanan çalışmalar incelendiğinde farklı sonuçlara ulaşıldığı görülmektedir. Örneğin Güler (2020) biyoloji ve fen bilimleri öğretmen adaylarının organ nakli, sağlıklı beslenme ve diyet, organik gıda ve aşı konularındaki yazılı argümantasyon becerilerini incelediği çalışmasında katılımcıların argümantasyon beceri düzeylerinin Seviye-1 ve Seviye-2’de yoğunlaştığı için argümantasyonların düşük olduğu sonucuna ulaşmıştır. Soysal (2012) 71 fen bilimleri öğretmen adayının alan bilgisi düzeyinin sosyobilimsel argümantasyonların niteliğine incelediği çalışmasında grupların en düşük düzey Seviye-2 argümantasyon ürettikleri, alan bilgisi düzeyi orta derece olan grubun diğer gruplara göre net çürütmeler bulduran Seviye-4 ve Seviye-5 argümantasyon oluşturma oranlarının daha yüksek olduğu sonucuna ulaşmıştır. Bu çalışmada da öğretmen adaylarının Seviye-4 düzeyinde de argümantasyon oluşturabilmeleri argümantasyon sürecine STEM yaklaşımının entegre edilebileceğinin göstergesidir. Ayrıca öğretmen adaylarının argümantasyon seviyelerinin en fazla oranda Seviye-3’te yoğunlaşması öğretmen adaylarının orta düzeyde kaliteli argümantasyon oluşturduklarının göstergesidir. Çünkü eleştirel düşünme becerisi kazandıran argümantasyonun ve öğrencilerin bilişsel, duyuşsal ve psikomotor olarak gelişmesini sağlayan STEM yaklaşımının argümantasyona uygun zemini sağlamasından dolayı bireylerin argümantasyon seviyelerinin, anlama düzeylerinin, yaratıcı düşünme becerilerinin, yeni

fikirler ve ürünler üreten bireylerin arttırılması için bu iki yaklaşımın bir arada kullanıldığı çalışmaların arttırılması önemlidir.

Bu araştırmada aynı zamanda fen bilgisi öğretmen adaylarının doldurdukları STEM odaklı proje formları incelenerek argümantasyon kaliteleri de belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının argümantasyon kaliteleri Şahin (2014) tarafından geliştirilen puanlama anahtarına göre belirlenmiştir. Bulgular incelendiğinde genel ortalamaları \bar{x} : 5.42 olduğu sonucuna ulaşılmış ve genel olarak orta kalitede argümantasyon oluşturdukları gözlemlenmiştir. Argümantasyon ögeleri kapsamında değerlendirildiğinde ise 2 üzerinden iddia ögesinin ortalamasının \bar{x} : 1.72 (%86) olduğu, veri-gerekçe ögesi genel ortalamasının 1.39 (% 69.5) olduğu, destekleme ögesi genel ortalamasının .84 (%42) ve çürütme ögesi genel ortalamasının ise 1.45 (%72.5) olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Özetle bu çalışmanın katılımcılarının argümantasyon kaliteleri incelendiğinde iddia, veri-gerekçe ve çürütme ögelerinin kalitesinin yüksek, destekleme ögesinin kalitesinin orta olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Alanyazında öğretmen adaylarının argümantasyon kalitesini inceleyen çalışmalar incelendiğinde benzer sonuçlara ulaşıldığı görülmektedir (Karakaş ve Sarıkaya, 2020; Kutluca ve Aydın, 2016). Kutluca ve Aydın (2016) yaptıkları çalışmada sunulan farklı senaryoların öğretmen adaylarının argümantasyon kalitelerini farklılaştırdığını ve sosyobilimsel olaylar kapsamında daha yüksek kalitede argümantasyon oluşturdukları sonucuna ulaşımlardır. Benzer şekilde bu çalışmadaki katılımcıların argümantasyon kalitelerinin nispeten yüksek çıkmasının nedeni STEM odaklı olarak sunulan ortamın katılımcıların daha kaliteli argümanlar üretmelerine fırsat vermesi sebebiyle olduğu söylenebilir.

5.2. Öneriler

Bu çalışma kapsamında fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM farkındalıkları, STEM görüşleri ve STEM odaklı argümantasyon becerileri belirlenmiştir. Bu çalışma bulguları kapsamında eğitimcilere, öğretmen ve öğretmen adaylarına STEM yaklaşımının sunmuş olduğu avantajlardan faydalanılması amacıyla aşağıdaki önerilerde bulunulmuştur.

1. STEM farkındalıkları öğretmen ve öğretmen adaylarının STEM yaklaşımını derslerinde kullanmaları için önemlidir çünkü STEM yaklaşımının hem öğrenciler hem de öğretmenler için sunmuş olduğu avantajların farkında olunması öğretmenlerin bu yaklaşımı derslerine entegre etmeleri için bir motivasyon kaynağı oluşturmaktadır. Bu çalışmanın bulgularının da gösterdiği gibi yüksek düzeyde STEM farkındalığı öğretmen adaylarını STEM yaklaşımlarını derslerinde kullanma yönelimlerini

sağlamaktadır. Bu yüzden hem eğitim fakültelerinde sunulan ilgili programlar kapsamında hem de hizmet içi eğitimler vasıtasıyla öğretmen ve öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarının geliştirilmeye çalışılması önerilmektedir.

2. Bu çalışmanın bulguları bizlere öğretmen adaylarının STEM yaklaşımının hem öğretmen hem de öğrencilere sunduğu avantaj ve dezavantajların farkında olduklarını göstermektedir. Bu kapsamda STEM yaklaşımının uygulanabilirliğini desteklemek amacıyla öğretmen ve öğretmen adaylarına farklı yollar aracılığıyla STEM yaklaşımının algılanan dezavantajlarını ortadan kaldırmaya veya bu dezavantajlarla nasıl başa çıkacaklarına yönelik rehberlik yapılmalıdır.
3. Çalışma bulguları STEM yaklaşımının uygulanabilmesi için öğretmenlerin bazı yetkinliklere sahip olması gerektiğini göstermektedir. Bu yetkinler alanyazında STEM okuryazarlığı kapsamında incelenmektedir. Bu yüzden öğretmen ve öğretmen adaylarının STEM okuryazarlıklarının geliştirilmesi çalışmalarına öncelik verilmelidir.
4. STEM yaklaşımının uygulanabilmesi için uygun ortamların olması gerektiğinde çalışma bulgularında ön plana çıkmıştır. Bu kapsamda gerekli altyapı, donanım ve materyaller öğretmen ve öğrencilere okul yönetimleri aracılığı ile sunulmalıdır.
5. STEM yaklaşımı argümantasyon becerilerinin geliştirilmesi için uygun bir ortam sunmaktadır. Yapılan çalışmalar her ne kadar STEM odaklı argümantasyonun öğrencilerin öğrenme çıktıları ve argümantasyon becerilerini olumlu olarak etkilediğini göstermiş olsa da öğretmen ve öğretmen adaylarıyla çok az çalışmanın gerçekleştirildiği görülmüştür. Bu yüzden araştırmacıların STEM odaklı argümantasyonla ilgili ve bu yaklaşımın öğretmen ve öğretmen adaylarına sağladığı katkılar konusunda daha fazla çalışma yapmaları önerilmektedir.
6. STEM odaklı argümantasyon yaklaşımına göre düzenlenen etkinlikler STEM disiplinlerine odaklanan dersler ve ders kitaplarına entegre edilerek hem STEM'in uygulanabilirliği desteklenebilir hem de bu süreç içerisinde öğrencilerin bilimsel argümantasyon becerileri geliştirilebilir.

KAYNAKÇA

- Adanır, Y. (2021). *Proje tabanlı STEM eğitiminin 7.sınıf öğrencilerinin bilimsel okuryazarlıklarına ve üretici düşünme becerilerine etkisi*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Giresun Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Giresun.
- Akaygün, S. ve Aslan-Tutak, F. (2016). STEM images revealing STEM conceptions of pre-service chemistry and mathematics teachers. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(1), 56- 71. doi:10.18404/ijemst.44833
- Akçay S. (2018) *FeTeMM uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının akademik başarı, bilimsel süreç becerileri ve motivasyon üzerine etkileri* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
- Akgün, K. ve Türel, Y.K. (2021). Bilgisayar ve öğretim teknolojileri bölümü öğrencilerinin STEM yaklaşımına yönelik farkındalıklarının belirlenmesi. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 11(1), 116-128.
- Akgündüz, D. ve Akpınar, B. C. (2018). Okul öncesi eğitiminde fen eğitimi temelinde gerçekleştirilen STEM uygulamalarının öğrenci, öğretmen ve veli açısından değerlendirilmesi. *Yaşadıkça Eğitim*, 32(1), 1-26. <http://journals.iku.edu.tr/yed/index.php/yed/article/view/69>
- Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M. S., Öner, T. ve Özdemir, S. (2015). STEM eğitimi Türkiye raporu: Günün modası mı yoksa gereksinim mi? [A report on STEM Education in Turkey: A provisional agenda or a necessity?][White Paper]. İstanbul, Turkey: Aydın Üniversitesi.
- Akkuş-Çiftçi (2021). *STEM eğitimi yaklaşımına dayalı hazırlanan uygulamaların sınıf öğretmeni adaylarının akademik başarılarına ve bilimsel süreç becerilerine etkisi*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ağrı.
- Aktamış ve Hiğde (2017). Argümantasyon nedir? H. Aktamış (Ed.), *Örnek etkinliklerle fen eğitiminde argümantasyon* (1.Baskı, s. 7-13). içinde. Anı Yayıncılık.
- Aktamış, H. ve Ergin, Ö. (2007). Bilimsel süreç becerileri ile bilimsel yaratıcılık arasındaki ilişkinin belirlenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33(33), 11-23.
- Aktaş, A. T. (2019). *STEM uygulamalarının sınıf öğretmeni adaylarının öz yeterlik inançlarına, STEM farkındalıklarına ve sorgulama becerilerine etkisi*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Aktaş, T. ve Doğan, Ö. K. (2018). Argümana dayalı sorgulama öğretiminin 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına ve argümantasyon seviyelerine etkisi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(2), 778-798.
- Alaylı, A. (2021). *STEM (FeTeMM) yaklaşımında robotik kodlama uygulamalarının (Arduinio) kullanımına yönelik fen öğretmen eğitimi*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.

- Aldağ, H. (2006). Toulmin tartışma modeli. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 15(1), 13-33.
- Alıcı, M. (2018). *Probleme dayalı öğrenme ortamında STEM eğitiminin tutum, kariyer algı ve meslek ilgisine etkisi ve öğrenci görüşleri*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırıkkale.
- Altın-Yalçın, S. ve Yalçın, P. (2018). Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM eğitimi konusundaki metaforik algılarının incelenmesi. *International Journal of Social Science*, 70, 39-59.
- Altun, Y. ve Yıldırım, B. (2015). *Teoriden pratiğe STEM ve örnek uygulamalar*. İstanbul: SEM-PA Basın Yayıncılık.
- Altunel, M. (2018). STEM eğitimi ve Türkiye: fırsatlar ve riskler. *Seta Perspektif*, 207, 1-7.
- American Association for the Advancement of Sciences. (1990). *Science for All Americans*. Oxford University Press. New York.
- Angell, R.B. (1964). *Reasoning and logic*. New York, NY: Appleton-Century-Crofts.
- Arık, S. (2019, Aralık 27-29). *Acid-base rocket: Argumentation based inquiry STEM activity*. 2.Uluslararası 19 Mayıs Yenilikçi Yaklaşımlar Kongresi. Samsun, Türkiye.
- Arslan, Ö. ve Yıldırım, B. (2020). STEM uygulamalarının öğretmen adaylarının öz-yeterlikleri, pedagoji ve alan bilgisi üzerine etkisi. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(3), 1339-1355.
- Aslan, F. ve Bektaş, O. (2019). Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM uygulamaları hakkında görüşlerinin belirlenmesi. *Maarif Mektepleri Uluslararası Eğitim Bilimleri Dergisi*, 3(2), 17-50.
- Aslan, S. (2010). Tartışma esaslı öğretim yaklaşımının öğrencilerin kavramsal algılamalarına etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 18(2), 467-500.
- Aslan, S. (2016). Argümantasyona dayalı laboratuvar uygulamaları: Bilimsel süreç becerilerine ve laboratuvar dersine yönelik tutuma etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi (H. U. Journal of Education)* 31(4): 762-777
- Aslan-Tutak, F., Akaygün, S. ve Tezsezen, S. (2017). İşbirlikli FeTeMM (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) eğitimi uygulaması: Kimya ve matematik öğretmen adaylarının FeTeMM farkındalıklarının incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 32(4), 794-816.
- Asunda, P.A. (2012). Standards for technological literacy and STEM education delivery through career and technical education programs. *Journal of Technology Education*. 23 (2), 44-60.
- Aşıloğlu B. ve Yaman. F. (2020). Öğretmen adaylarının STEM (FeTeMM) farkındalık düzeylerinin incelenmesi. *Ekev Akademi Dergisi*, 24(84), 87-100.

- Atabaş, Ü. (2020). *STEM eğitiminin fen bilimleri dersinde dördüncü sınıf öğrencilerinin bilimsel yaratıcılıklarına, problem çözmeye yönelik yansıtıcı düşünme becerilerine ve STEM eğitimine ilişkin görüşlerine etkisi*. [Yayımlanmamış doktora tezi]. Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ayaz, M., Gülen, S. ve Gök, B. (2020). STEM etkinliklerinin uygulanması sürecinde elektronik portfolyo kullanımının sekizinci sınıf öğrencilerinin fen bilimleri dersi akademik başarısına ve STEM tutumuna etkisinin incelenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(1), 1153-1179.
- Aydın, Ö. (2013). *Fen teknoloji öğretmen adaylarının eğitiminde argümantasyonun (tartışma teorisinin) etkililiği*. [Yayımlanmamış doktora tezi]. Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Aydın, T. (2019). *STEM uygulamalarının okul öncesi öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ve bilişsel alan gelişimlerine etkisi*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Fırat Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Aygen, M. B. (2018). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının bütünlük öğretmenlik bilgilerinin desteklenmesine yönelik STEM uygulamaları*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Fırat Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Aysu, G. (2019). *Probleme dayalı öğrenme tabanlı STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarına ve öğrendikleri bilgilerin kalıcılığına etkisinin incelenmesi*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Niğde.
- Bahşi, A. (2019). *STEM etkinliklerinin 8. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine, bilimsel epistemolojik inançlarına ve fen başarılarına etkisinin incelenmesi*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Adıyaman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adıyaman.
- Bahşi, A. ve Fırat, E. A. (2020). STEM etkinliklerinin 8. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine, bilimsel epistemolojik inançlarına ve fen başarılarına etkisinin incelenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 39(1), 1-22.
- Bakırcı, H. ve Kutlu, E. (2018). Fen bilimleri öğretmenlerinin FeTeMM yaklaşımı hakkındaki görüşlerinin belirlenmesi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 9(2), 367-389.
- Balcı, S. (2005). *8. Sınıf öğrencilerinin fotosentez ve bitkilerde solunum kavramlarını öğreniminin 5E öğrenme modeli ve kavramsal değişim metinleri kullanılarak geliştirilmesi*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ball, T., Beckett, L. ve Isaacson, M. (2015, October). *Formulating the problem: Digital storytelling and the development of engineering process skills*. In 2015 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) (pp. 1-5). IEEE.
- Baran, E., Canbazoğlu-Bilici, S. ve Mesutoğlu, C. (2015). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) spotu geliştirme etkinliği. *Journal of Inquiry Based Activities*, 5(2), 60-69

- Barış N. (2019). *BİLSEM’de görev yapan fen bilimleri ve matematik öğretmenlerinin STEM eğitim uygulamalarının araştırılması*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Başaran, M. (2018). *Okul öncesi eğitimde STEM yaklaşımının uygulanabilirliği (eylem araştırması)*. [Yayımlanmamış doktora tezi]. Gaziantep Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep.
- Baydar Z. (2018). *Elektrik enerjisi ünitesinin FeTeMM ve argümantasyona dayalı işlenmesinin öğrencilerin yaratıcılık, tutum, beceri ve öğretim hakkındaki görüşlerine etkisi*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.
- Baydar, Z. ve Acar, Ö. (2018, Ekim, 26-28). *FeTeMM eğitimi ve argümantasyona dayalı olarak işlenen 7.sınıf elektrik ünitesinin öğrenci kazanımlarına etkisi*. Uluslararası Necatibey Eğitim ve Sosyal Bilimler Araştırmaları Kongresi. (UNESAK), Balıkesir, Türkiye.
- Bayram, N. (2004). *Sosyal Bilimlerde SPSS İle Veri Analizi*. Bursa: Ezgi Kitabevi.
- Bilir, V., Tatlı, A., Yıldız, C., Emiroğlu, B. B., Ertuğrul, D. ve Sakmen, G. (2020). Argümantasyon tabanlı öğrenme yaklaşımında kullanılan argümantasyon tekniklerinin ortaokul sekizinci sınıf öğrencilerinin bilim insanı imajları üzerine etkisi. *Gazi University Journal of Gazi Educational Faculty (GUJGEF)*, 40(2).
- Bolat, Y. İ. (2020). *STEM temelli matematik etkinliklerinin problem çözme ve bilgi işlemsel düşünme becerisi ile STEM alanlarına olan ilgiye katkılarının araştırılması*. [Yayımlanmamış doktora tezi]. Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Boran, G. H. (2014). *Argümantasyon temelli fen öğretiminin bilimin doğasına ilişkin görüşler ve epistemolojik inançlar üzerine etkisi*. [Yayımlanmamış doktora tezi]. Pamukkale Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Bozkurt E. (2014). *Mühendislik tasarım temelli fen eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının karar verme becerisi, bilimsel süreç becerileri ve sürece yönelik algılarına etkisi*. [Yayımlanmamış doktora tezi]. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Bölükbaşı, G. ve Arı, A. G. (2019). Fen bilimleri öğretmenlerinin FeTeMM eğitimi ve etkinliklerine yönelik görüşleri. *Academic Perspective Procedia*, 2(1), 47-56.
- Bransford, J., Brown, A., Cocking, R., Donovan, S. ve Pellegrino (2018). Uzmanlar ve yeni başlayanlar arasındaki farklar. M.A. Erdener (Çev. Ed.) ve K. İzci (Çev). *İnsanlar nasıl öğrenir? Beyin, akıl, tecrübe ve okul*. (1. Baskı, s. 3-27) içinde Nobel Akademik Yayıncılık. (Orijinal eserin yayın tarihi 2000, Genişletilmiş 2. Baskı).
- Bransford, J., Brown, A., Cocking, R., Donovan, S. ve Pellegrino (2018). Öğrenme: kuramdan bilime. M.A. Erdener (Çev. Ed) ve F. Sezer (Çev). *İnsanlar nasıl öğrenir? Beyin, akıl, tecrübe ve okul*. (1. Baskı, s. 3-27) içinde Nobel Akademik Yayıncılık. (Orijinal eserin yayın tarihi 2000, Genişletilmiş 2. Baskı).

- Breiner, J., Harkness, S., Johnson, C. C. ve Koehler, C. M. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics, 112*(1) 3-11.
- Brockriede, W. (1980). "Argument as epistemological method" In D.A. Thomas (Ed.), *Argumentation as a way of knowing*, Falls Church, VA: Speech Communication Association.
- Brown, R., Brown, J., Reardon, K. ve Merrill, C. (2011). Understanding STEM: Current perceptions. *Technology and Engineering Teacher, 70*(6), 5-9.
- Büyükkör, B. (2021). *Türkiye’de STEM eğitimi uygulayan fen bilimleri öğretmenlerinin kullandıkları yöntem, teknik ve materyaller ile karşılaştıkları sorunların incelenmesi*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Giresun Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Giresun.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç-Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2010). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (5.baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Bybee, R. W. (Ed.). (2002). *Scientific inquiry, student learning, and the science curriculum*. (pp. 25-35). Arlington, VA: National Science Teachers Press.
- Bybee, R.W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 Vision. *Technology and Engineering Teacher, 70* (1), 30-35.
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: challenges and opportunities*. NSTA press.
- Bybee, R.W., Taylor, A.J., Gardner, A., Van Scotteer P., Powell, J.C., Westbrook, A., ve Landes, N. (2006). *The BSCS 5E instructional model: Origins, effectiveness, and applications*. Colorado: Springs.
- Campbell, M. A. (2006). *The Effects Of The 5E Learning Cycle Model On Students' Understanding Offeree And Motion Concepts*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. University of Central Florida, ProQuest, UMI Dissertations Publishing
- Capraro, R. M., Capraro, M. M., ve Morgan, J. R. (2013). STEM project-based learning. *An Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach, 2*.
- Capraro, R. M., ve Slough, S. W. (2013). Why PBL? Why STEM? Why now? An introduction to project-based learning: An integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) approach. In R. M. Capraro, M. M. Capraro ve J. Morgan (Eds.), *STEM Project-based learning: An integrated science technology engineering and mathematics (STEM) approach* (pp. 1-6). Rotterdam, Netherlands: Sense. doi:10.1007/978-94-6209-143-6_1
- Cengiz, C. ve Kabapınar, F. (2017). Dolaylı fen öğretiminde hizmet öncesi argümantasyon eğitiminin öğretmen adaylarının bilimin doğasını kavramalarına etkisi. *Türkiye Kimya Derneği Dergisi Kısım C: Kimya Eğitimi, 2*(1), 19-62.
- Ceylan, S. (2014). *Ortaokul fen bilimleri dersindeki asitler ve bazlar konusunda fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) yaklaşımı ile öğretim tasarımı*

hazırlanmasına yönelik bir çalışma. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bursa.

Chin C. ve Osborne, J., (2010). Student' questions and discursive interaction: their impact on argümentation during collaborative group discussions in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 47 (7), 883-908.

Conner, A., Crawford, B. A., Foutz, T., Hill, R. B., Jackson, D. F., Kim, C., ve Thompson, S. A. (2020). Argumentation in primary grades STEM instruction: Examining teachers' beliefs and practices in the USA. In *Integrated Approaches to STEM Education* (pp. 427-446). Springer, Cham.

Cömert, H. (2019). *Argümantasyona dayalı öğretimin 8. sınıf öğrencilerinin akademik başarı, kavramsal anlama ve bilimsel süreç becerilerine etkisinin öğrenme stilleri açısından incelenmesi: Asitler ve bazlar konusu*. [Yayımlanmamış doktora tezi]. Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Creswell, J.W. (2013). *Steps in conducting a scholarly mixed methods study*. DBER Speaker Series.

Creswell, J.W. (2017). Karma yöntemler. S.B. Demir (Çev. Ed) ve G. Hacıömeroğlu (Çev.). *Araştırma deseni nitel, nicel ve karma yöntem araştırmaları*. (3. Baskı, s.215-250) içinde Eğiten Kitap Yayıncılık. (Orijinal eser 4. Baskı).

Cross, D., Taasoobshirazi, G., Hendricks, S. ve Hickey, D. T. (2008). Argumentation: A strategy for improving achievement and revealing scientific identities. *International Journal of Science Education*, 30(6), 837-861.

Çakır, Z., Altın-Yalçın, S. ve Yalçın, P. (2019). Montessori yaklaşım temelli STEM etkinliklerinin okul öncesi öğretmen adaylarının yaratıcılık becerilerine etkisi. *Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Dergisi (IBAD)*, 4(2), 392-409.

Çalik, H. (2020). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM etkinlikleri ve stem temelli robotik etkinliklerinin hipotetik-yaratıcı akıl yürütme becerisi, yaşam boyu öğrenme ve yapılandırmacı öğrenme gelişimine etkisinin incelenmesi*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzincan.

Çekbaş, Y. (2017). *Argümantasyon tabanlı astronomi öğretiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimin doğasına, sözde-bilim ve epistemolojik inançlarına etkisinin değerlendirilmesi*. [Yayımlanmamış doktora tezi]. Pamukkale Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Pamukkale.

Çelik-Keser, H. (2021). *STEM eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM eğitimine yönelik farkındalıklarına, bilimsel yaratacılıklarına ve problem çözmeye becerilerine etkisi*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.

Çepni, S. (2009). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş*. (Genişletilmiş 4. Baskı), Trabzon: Celepler Matbaacılık.

Çepni, S. (2021). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş*. (9.Baskı). Trabzon: Celepler Matbaacılık.

- Çetin, A. (2021). FeTeMM uygulamalarının sınıf öğretmenliği öğretmen adaylarının FETEMM farkındalıklarına, öz-yeterliliklerine ve sorgulama becerilerine etkisi. *e-Uluslararası Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 12(5), 160-176.
- Çetin, S. (2019). *STEM eğitiminin ortaokul öğrencilerinin akademik başarılarına etkisi*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Necmettin Erbakan Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Çetin, A. ve Kahyaoğlu, M. (2018). STEM temelli etkinliklerin fen bilgisi öğretmen adaylarının fen, matematik, mühendislik ve teknoloji ile 21.yüzyıl becerilerine yönelik tutumlarına etkisi. *Ekev Akademi Dergisi*, (75), 15-28.
- Çevik, M. (2017). A study of STEM Awareness Scale development for high school teachers Ortaöğretim öğretmenlerine yönelik FeTeMM farkındalık ölçeği (FFÖ) geliştirme çalışması. *Journal of Human Sciences*, 14(3), 2436-2452.
- Çevik, M., Danıştay, A. ve Yağcı, A. (2017). Ortaokul öğretmenlerinin FeTeMM (fen-teknoloji-mühendislik-matematik) farkındalıklarının farklı değişkenlere göre değerlendirilmesi. *Sakarya University Journal of Education*, 7(3), 584-599.
- Çınar, S. ve Terzi, S. Y. (2021). STEM eğitimi almış öğretmenlerin STEM öğretimi hakkındaki görüşleri. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(2), 213-245.
- Çiftçi, M. (2018). *Geliştirilen STEM etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin bilimsel yaratıcılık düzeylerine, STEM disiplinlerini anlamalarına ve STEM mesleklerini fark etmelerine etkisi*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize.
- Çimentepe, E. (2019). *STEM etkinliklerinin akademik başarı, bilimsel süreç becerileri ve bilgisayarca düşünme becerilerine etkisi*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Niğde.
- Çorlu, M. S. (2013). Insights into STEM education praxis: An assessment scheme for course syllabi. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 13(4), 1-9.
- Çorlu, M. S. (2018). STEM bütünleşik öğretmenlik: Yaparak öğrenmeden üreterek öğrenmeye [STEM integrated teaching: From learning by doing to learning by making]. *Harvard Business Review*, 7, 102-108.
- Çorlu, M. S., Capraro, R. M. ve Capraro, M. M. (2014). Introducing STEM education: Implications for educating our teachers in the age of innovation. *Eğitim ve Bilim*, 39(171), 74-85.
- Çorlu, S. ve Çallı, E. (2017). *STEM kuram ve uygulamaları ortaokul ve lise öğretmenleri için örnek ders planları*. İstanbul: Pusula 20 Teknoloji ve Yayınevi.
- Dadacan, G. (2021). *Öğretmen adaylarının STEM öğretimiyle ilgili özyeterlilik farkındalık ve yönelimlerinin çeşitli değişkenler açısından incelenmesi*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- Değirmenci, S. (2020). *STEM eğitimi almış öğretmenlerin STEM öz yeterliliklerinin ve uygulamalarında teknoloji ve mühendislik entegrasyonu açısından yaşadıkları sorunların belirlenmesi*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Değirmençay, Ş. A. (2010). *Zenginleştirilmiş 5E öğretim modeline dayalı rehber materyallerin kavramsal değişim üzerine etkileri: "Isının yayılması ve genleşme"*. [Yayımlanmamış doktora tezi] Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Delen, I. ve Uzun, S. (2018). Evaluating STEM based learning environments created by mathematics pre-service teachers. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi-Hacettepe University Journal of Education*, 33(3), 617-630.
- Demir, N. (2021). *Ortaokul matematik dersinde STEM eğitime geçişte disiplinler arası matematiksel modelleme etkinlikleri kullanımının incelenmesi: Bir karma yöntem çalışması*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Demir, T. ve Gönen, S. (2018). Argümantasyona dayalı öğretimin 7.sınıf öğrencilerinin kuvvet, iş ve enerji ilişkisini anlamalarına etkisi. *Electronic Journal of Education Sciences*, 8(15), 23-38.
- Demircioğlu, T. (2011). *Fen ve teknoloji öğretmen adaylarının laboratuvar eğitiminde argüman temelli sorgulamanın etkisinin incelenmesi*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.
- Demircioğlu, T. ve Uçar, S. (2014). Investigation of written arguments about Akkuyu Nuclear Power plant. *Elementary Education Online*, 13(4), 1373-1386.
- Demirdöğen (2015). Pedagojik alan bilgisi. <https://slideplayer.biz.tr/slide/3236565/> 24 Nisan 2022 tarihinde erişildi.
- Demirel, R. (2021). *Işık konusunun argümantasyon destekli tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamaları ile öğretiminin 7. sınıf öğrencilerinin 21. yüzyıl yaşam becerileri ve öğrenme ürünlerine etkisi*. [Yayımlanmamış doktora tezi]. Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aksaray.
- Demirel, R. (2016). Argümantasyon destekli öğretimin öğrencilerin kavramsal anlama ve tartışma istekliliklerine etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 24(3), 1087-1108.
- Demirel, R. ve Özcan, H. (2021). Argümantasyon destekli fen ve mühendislik uygulamalarının 7. Sınıf öğrencilerinin ışık konusuna yönelik başarılarına etkisi. *Aksaray Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5(1), 100-111.
- Doğan, E., ve Saraçoğlu, S. (2019). Fen bilimleri öğretmenlerinin STEM temelli fen eğitimi hakkındaki görüşleri. *Journal of Hasan Ali Yücel Faculty of Education/Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi Dergisi (HAYEF)*, 16(2).
- Doğan, H., Savran-Gencer, A. ve Bilen, K. (2017). Fen ve mühendislik uygulaması: Yenilebilir ve yenilenebilir araba yarışması etkinliği üzerine bir durum çalışması

- [Science and engineering implementation: A case study on edible and renewable car activity]. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi*, 7(2), 62-85.
- Dönmez, M. C. (2020). *Robotik uygulamaların aday öğretmenlerin STEM farkındalıkları, fen öğretmeye yönelik öz yeterlikleri ve STEM'e yönelik tutumları üzerine etkileri*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kırşehir.
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E., ve Scott, P. (1994). Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational Researcher*, 23, 5–12.
- Driver, R., Newton, P. ve Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287-312.
- Duran, M. ve Dökme, İ. (2018). Araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımının kavramsal anlama düzeyi ve bazı öğrenme çıktıları üzerine etkisi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(3), 545-563.
- Duygu, E. (2018). *Simülasyon tabanlı sorgulayıcı öğrenme ortamında FeTeMM eğitiminin bilimsel süreç becerileri ve FeTeMM farkındalıklarına etkisi*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırıkkale.
- Dünya Ekonomik Forumu (2016, Ocak) The Future of Jobs Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution. https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf adresinden 30 Haziran 2021 tarihinde alınmıştır.
- Epstein, D. ve Miller, R. T. (2011). Slow off the Mark: Elementary School Teachers and the Crisis in Science, Technology, Engineering, and Math Education. Center for American Progress.
- Er, K. O. ve Acar-Başegmez, D.A. (2020). Öğretmen adaylarının STEM farkındalıkları ile STEM uygulamalarına ilişkin özyeterlik inançları arasındaki ilişki. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 14(2), 941-987.
- Er, S. ve Kırındı, T. (2020). Argümantasyon tabanlı fen öğretiminin öğrencilerin bilimsel süreç becerileri ve akademik başarılarına etkisi. *Gazi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 6(3), 317-343.
- Erdem, M. (2002). Proje tabanlı öğrenme. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(22).
- Erdoğan, İ., Çiftci, A., Yıldırım, B. ve Topçu, M. S. (2017). STEM Education Practices: Examination of the Argumentation Skills of Pre-service Science Teachers. *Journal of Education and Practice*, 8(25), 164-173.
- Erduran S. (2007). Methodological foundations in the study of argumentation in science classrooms. In S. Southerland (Series Ed.) S. Erduran ve M.P. Jimenez-Aleixandre (Volume Eds.), *Argumentation in science education: Perspectives from classrooms-based research* (pp 47-69). Dordrecht, The Netherlands: Springer.

- Erduran, S., Simon, S., ve Osborne, J. (2004). TAPping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. *Science Education*, 88(6), 915-933.
- Eroğlu ve Bektaş (2016). STEM eğitimi almış fen bilimleri oğretmenlerinin STEM temelli ders etkinlikleri hakkındaki görüşleri. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi-ENAD*, 4(3), 43-67.
- Eroğlu, S. (2018). *Atom ve periyodik sistem nitesindeki STEM uygulamalarının akademik başarı, bilimsel yaratıcılık ve bilimin doğasına yönelik düşünceler üzerine etkisi*. [Yayımlanmamış doktora tezi]. Erciyes Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Ertuğrul-Akyol, B. (2020). *STEM etkinliklerinin fen bilgisi oğretmen adaylarının bilgi işlemsel, eleştirel, yaratıcı dşnme ve problem zme becerilerine etkisi*. [Yayımlanmamış doktora tezi]. Erciyes Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Eysenbach, G. ve Khler, C. (2002). How do consumers search for and appraise health information on the world wide web? Qualitative study using focus groups, usability tests, and in-depth interviews. *Bmj*, 324(7337), 573-577.
- Fairweather, J. (2008). *Linking evidence and promising practices in science, technology, engineering and mathematics (STEM) undergraduate education*. Washington: The National Academies Press.
- Ford, M. (2008). Disciplinary authority and accountability in scientific practice and learning. *Science Education*, 92(3), 404-423.
- Gagel, C. W. (1997). Literacy and technology: Reflections and insights of technological literacy. *Journal of Industrial Teacher Education*, 34 (3), 6- 34.
- Gencer, A. S., Doğan, H., Bilen, K. ve Can, B. (2019). Integrated STEM education models. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi (PAU Journal of Education)* 45. 38-55.
- Gonzalez, H. B. ve Kuenzi, J. J. (2012, August). *Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: A primer*. Washington, DC: Congressional Research Service, Library of Congress.
- Gökbayrak, S. ve Karışan, D. (2017a). STEM temelli laboratuvar etkinliklerinin fen bilgisi oğretmen adaylarının STEM farkındalıklarına etkisinin incelenmesi. *Journal of Human Sciences*, 14(4), 4275-4288.
- Gökbayrak, S. ve Karışan, D. (2017b). STEM etkinliklerinin fen bilgisi oğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerine etkisi. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 8(2), 63-84.
- Gökçe, Y. (2019). *Fen bilimleri dersi güneş sistemi ve ötesi nitesinde STEM uygulamalarının akademik başarıya ve kalıcılığa etkisi*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Bayburt Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bayburt.

- Gül, Ş. (2011). *5E Modeline dayalı olarak hazırlanan ders yazılımının öğrencilerin başarılarına, tutumlarına ve kavram yanlışlarının giderilmesine etkisi*. [Yayımlanmamış doktora tezi]. Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Gül, K. (2019). *Fen bilgisi öğretmen adaylarına yönelik bir STEM eğitimi dersinin tasarlanması, uygulanması ve değerlendirilmesi*. [Yayımlanmamış doktora tezi]. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Güldemir, S. ve Çınar, S. (2017). *Fen bilimleri öğretmenleri ve ortaokul öğrencilerinin STEM etkinlikleri hakkındaki görüşleri*. ULEAD 2017 Annual Congress: ICRE (Vol. 280, p. 286).
- Gülen, S. (2016). *Fen teknoloji mühendislik ve matematik disiplinlerine dayalı argümantasyon destekli fen öğrenme yaklaşımının öğrencilerin öğrenme ürünlerine etkisi*. [Yayımlanmamış doktora tezi]. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Gülen, S., ve Yaman, S. (2018a). Fen bilimleri dersinde argümantasyon süreci ve STEM disiplinlerinin kullanımı; odak grup görüşmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15 (1), 1184-1211. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/yyuefd/issue/40566/496247>
- Gülen, S. ve Yaman, S. (2018b). Altıncı sınıf öğrencilerinin FeTeMM tabanlı ATBÖ yaklaşımı etkinlikleri hakkındaki görüşleri. *Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 8(15), 1294-1322.
- Güler, Z. (2020). *Öğretmen adaylarının epistemolojik inançları ve bazı sosyobilimsel konulardaki yazılı argümantasyon becerileri arasındaki ilişkinin incelenmesi*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Güleryüz, H. (2020). *3D yazıcı ve robotik kodlama etkinliklerinin öğretmen adaylarının 21. Yüzyıl öğrenen becerileri, STEM farkındalık ve STEM öğretmen özyeterliliğine etkisi*. [Yayımlanmamış doktora tezi]. Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Gülhan, F. ve Şahin, F. (2016). Fen-teknoloji-mühendislik-matematik entegrasyonunun (STEM) 5. sınıf öğrencilerinin bu alanlarla ilgili algı ve tutumlarına etkisi The effects of science-technology-engineering-math (STEM) integration on 5th grade students' perceptions and attitudes towards these areas. *Journal of Human Sciences*, 13(1), 602-620.
- Gülhan, F. ve Şahin, F. (2018). Fen bilimleri dersine STEM entegrasyonu etkinliklerinin 5. sınıf öğrencilerinin bilimsel yaratıcılıklarına etkisi. *Sakarya University Journal of Education*, 8(4), 40-59.
- Gülseven, E., Tüysüz, M. ve Tozlu, İ. (2021). Argümantasyon temelli FeTeMM eğitiminin 7. sınıf öğrencilerinin kuvvet ve enerji ünitesine yönelik akademik başarılarına, tutumlarına ve argümantasyon seviyelerine etkisi. *Başkent University Journal of Education*, 8(2), 315-333.

- Gümüş, İ. (2021). *Fen bilimleri öğretmenlerine yönelik STEM odaklı mesleki gelişim programı hazırlanması ve etkilerinin araştırılması*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sinop.
- Günel, M., Kınır, S. ve Geban, Ö. (2012). Argümantasyon tabanlı bilim öğrenme (ATBÖ) yaklaşımının kullanıldığı sınıflarda argümantasyon ve soru yapılarının incelenmesi. *Eğitim ve Bilim*, 37(164).
- Güneş Koç, R.S. ve Kayacan, K. (2018). Fen bilimleri öğretmenlerinin 2018 fen bilimleri öğretim programında yer alan mühendislik ve tasarım becerilerine ilişkin görüşlerinin belirlenmesi. *Journal of Turkish Studies*, 13(19), 865-881.
- Güven, Ç., Selvi, M., ve Benzer, S. (2018). 7E öğrenme modeli merkezli STEM etkinliğine dayalı öğretim uygulamalarının akademik başarıya etkisi. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(STEMES'18), 73-80.
- Hacıoğlu, Y. (2017). *Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) eğitimi temelli etkinliklerin fen bilgisi öğretmen adaylarının eleştirel ve yaratıcı düşünme becerilerine etkisi*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Han, S., Capraro, R. ve Capraro, M. M. (2014). How science, technology, engineering, and mathematics (STEM) project-based learning (PBL) affects high, middle, and low achievers differently: The impact of student factors on achievement. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(5), 1089-1113..
- Han, S., Rosli, R., Capraro, M. M. ve Capraro, R. M. (2016). The effect of science, technology, engineering and mathematics (STEM) project based learning (PBL) on students' achievement in four mathematics topics. *Journal of Turkish Science Education*, 13(3).
- Harmony STEM Program. (2013). Part II: Harmony public schools (HPS) project based learning initiative. Retrieved from https://docs.google.com/document/d/1Iwk06YS2fXhvRwtj_LP41v4ctDRuUFyQg2BaKA6owls/pub
- Hasançebi, F. (2014). *Argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımının (ATBÖ) öğrencilerin fen başarıları, argüman oluşturma becerileri ve bireysel gelişimleri üzerine etkisi*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Hernandez, P. R., Bodin, R., Elliott, J. W., Ibrahim, B., Rambo-Hernandez, K. E., Chen, T. W. ve Miranda, M. A. (2014). Connecting the STEM dots: Measuring the effect of an integrated engineering design intervention. *International journal of Technology and Design Education*, 24(1), 107-120
- Hişmi, E. (2022). *STEM etkinliklerinin ilkökul öğrencilerinin STEM'e ilişkin tutumlar, akademik başarı, problem çözme ve sosyal becerileri geliştirme süreci açısından incelenmesi*. [Yayımlanmamış doktora tezi]. Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.

- Honey, M., Pearson, G. ve Schweingruber, H. (2014). *STEM integration in K–12 education; status, prospects, and an agenda for research*. Washington: The National Academies Press.
- Hynes, M., Portsmore, M., Dare, E., Milto, E., Rogers, C., Hammer, D. ve Carberry, A. (2011). Infusing Engineering Design into High School STEM Courses. Publications. Paper 165. https://digitalcommons.usu.edu/ncete_publications/165
- International Technology Education Association (ITEA) (2007). Standards for technological literacy: Content for the study of technology. Reston, VA: Author.
- İzgi, S. (2020). *Fen bilimleri dersi elektrik enerjisinin dönüşümü konusuna 5E modeli ile temellendirilmiş bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) yaklaşımının 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarı ve bilimsel süreç becerilerine etkisi*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay.
- Jimenez-Aleixandre, M. P., Rodriguez, A. B., ve Duschl, R. (2000). "Doing the Lesson" or "Doing Science": Argument in High School Genetics. *Science Education*, 84, 757-792.
- Jimenez-Aleixandre, M. P. ve Erduran S. (2007). Methodological foundations in the study of argumentation in science classrooms. In S. Southerland (Series Ed.) S. Erduran ve M.P. Jimenez-Aleixandre (Volume Eds.), *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research* (pp. 3-27). Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- Jiménez-Aleixandre, M. P., ve Erduran, S. (2007). Argumentation in science education: an overview. In Erduran, S. ve Jiménez-Aleixandre, M. P. (Ed.), *Argumentation in Science Education* (s. 3-28) [Elektronik Sürüm]: Springer Science + Business Media B.V.
- Johnson, R. H. ve Blair, J. A. (1996). "Informal Logic and Critical Thinking," In van Eemeren, F. H., R. Grootendorst, F. S. Henkemans, J. A. Blair, R. H. Johnson, E. C. W. Krabbe, C. Plantin, D. N. Walton, C. A. Willard, J. Woods, and D. Zarefsky (1996), *Fundamentals of Argumentation Theory: A Handbook of Historical Backgrounds and Contemporary Developments*, Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.
- Kahraman, E. (2021). *STEM eğitiminin ortaokul öğrencilerinin mesleklerine yönelik ilgilerine, bilimsel yaratıcılıklarına ve fen öğrenmeye yönelik motivasyonlarına etkisinin araştırılması*. [Yayımlanmamış doktora tezi]. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kapan, G. (2019). *7. sınıf fen bilimleri dersi elektrik devreleri ünitesinde STEM uygulamalarının akademik başarı, motivasyon ve bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak.
- Kaptan, F. (1998). Fen bilgisi öğretiminin niteliği ve amaçları. Ş. Yaşar (Ed.), *Fen Bilgisi Öğretimi* içinde (ss.13-30.)

- Kaptan, F. ve Korkmaz, H. (2001). Fen eğitiminde probleme dayalı öğrenme yaklaşımı. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20(20).
- Karadeniz, H. (2019). *STEM uygulamalarının öğrencilerin STEM farkındalıkları üzerine ve "üçgenler" ünitesindeki başarılarının kalıcılık düzeyine etkisi*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Bayburt Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bayburt.
- Karakaş, H. ve Sarıkaya, R. (2020). Çevre-enerji konularına yönelik gerçekleştirilen argümantasyon temelli öğretimin sınıf öğretmeni adaylarının argüman oluşturabilmelerine etkisi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 48, 346-373.
- Karakaya (2021). *Fen lisesi öğrencilerinin STEM entegrasyon süreçlerinin incelenmesi*. [Yayımlanmamış doktora tezi]. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Karakaya, F., Ünal, A., Çimen, O., ve Yılmaz, M. (2018). Fen bilimleri öğretmenlerinin STEM yaklaşımına yönelik farkındalıkları. *Eğitim ve Toplum Araştırmaları Dergisi*, 5(1), 124-138.
- Kavak, Ş. (2020). *STEM eğitime dayalı etkinliklerin okul öncesi çocukların temel bilimsel süreç becerilerine etkisi*. [Yayımlanmamış doktora tezi]. Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.
- Kaya, G. (2019). *Fen bilimleri öğretmenlerinin ve öğretmen adaylarının STEM hakkındaki görüşleri ve STEM uygulamalarına yönelik ihtiyaç analizi*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Bursa Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Kaya, M. E. (2018). *STEM uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adayları öz düzenleme ve yaratıcılığına etkisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzincan.
- Kaya, O. N. ve Kılıç, Z. (2008). Etkin bir fen eğitimi için tartışmacı söylev. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9 (3), 89-100.
- Keçeci, G., Alan, B. ve Kırbag-Zengin (2017). 5. sınıf öğrencileriyle STEM eğitimi uygulamaları. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18, 3925-2.
- Kendaloğlu, E. (2021). *STEM etkinliği geliştirme sürecinin fen bilimleri öğretmen adaylarının girişimcilik ve STEM öz-yeterlilikleri üzerine etkilerinin incelenmesi* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Bursa Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Koçak, K. (2014). *Argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımının öğretmen adaylarının çözümler konusunda başarısına ve eleştirel düşünme eğilimlerine etkisi*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Konan, N. ve Uğur, İ. (2021, Şubat 2-3). *Okul öncesi öğretmenlerinin STEM eğitiminde karşılaştıkları sorunlar ve çözüm önerileri*. Eurasian Conference on Language & Social Sciences. Gjakova, Kosova.

- Korkmaz, H. ve Kaptan, F. (2001). Fen eğitiminde proje tabanlı öğrenme yaklaşımı. *Hacettepe üniversitesi eğitim fakültesi dergisi*, 20(20).
- Kuhn D. ve Udell, W.(2003). The development of argument skill. *Child Development* 74, 1245-1260
- Kuhn, D. (1991). *The skills of argument*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Kuhn, D. (2009). The importance of learning about knowing: Creating a foundation for development of intellectual values. *Child Development Perspectives*, 3(2), 112-117.
- Kurt, M. (2019). *STEM Uygulamalarının 6.sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına, problem çözme becerilerine ve STEM'e karşı tutumlarına etkisi üzerine bir araştırma*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kurtulan, G. (2021). *Hizmet içi uygulamalı STEM eğitimlerinin fen bilimleri öğretmenlerinin öz-yeterlik inançlarına etkisi* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Bursa Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Kurtuluş, M. A. (2019). *STEM etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarılarına, problem çözme becerilerine, bilimsel yaratıcılıklarına, motivasyonlarına ve tutumlarına etkisi*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Kutluca, A. Y. ve Aydın, A. (2016). An Examination of Prospective Elementary Science Teachers' Perspective towards Socio-Scientific Argumentation. *Science Education International*, 27(3), 320-343.
- Kutru, Ç. (2022). *Argümantasyon tabanlı bilim öğrenme (ATBÖ) destekli STEM eğitiminin 7. sınıf öğrencilerinin 21. YY becerilerine etkisi*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Giresun Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Giresun.
- Latour, B. ve Woolgar, S. (1986). *Laboratory life: The social construction of scientific facts* (2nd ed.). Princeton NJ: Princeton University Press.
- Lesser, E. L. (2000). *Social capital: Its origins and applications in modern sociology*. Boston: Butterworth-Heinemann.
- Marshall, J., Horton, B. ve Austin-Wade, J. (2007). Giving meaning to the numbers. *Science Teacher*, 74(2), 36–41.
- Maryland University (t.y). (2012, 10 April). Maryland STEM: innovation today to meet tomorrow's global challenges. <https://events.development.asia/system/files/materials/2019/05/201905-maryland-state-stem-standards-practice-framework-grades-k-5.pdf> 5 Mayıs 2022 tarihinde alınmıştır.
- Mathis, C. A., Siverling, E. A., Glancy, A. W. ve Moore, T. J. (2017). Teachers' incorporation of argumentation to support engineering learning in STEM integration curricula, *Journal of PreCollege Engineering Education Research (J-PEER)*, 7(1), 74-89.

- MEB. (2013). İlköğretim Kurumları (İlkokullar ve Ortaokullar) Fen Bilimleri Dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı. Ankara: MEB Yayınevi.
- MEB. (2018). Fen Bilimleri Dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı. Ankara: MEB Yayınevi.
- Merriam, S. B. (2009). *Qualitative research* (Second edition). San Francisco: Jossey-Bass.
- Miles, M. B. ve Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. sage.
- Moore, T. J., Glancy, A. W., Tank, K. M., Kersten, J. A., Stohlmann, M. S., Ntow, F. D. ve Smith, K. A. (2013). *A framework for implementing quality K-12 engineering education*. In 2013 ASEE Annual Conference & Exposition, 23-46.
- Morrison, J., Bartlett, R. ve Raymond, V. (2009). STEM as curriculum. *Education Week*, 23(19.03), 2017.
- Murat, A. (2018). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının 21. yüzyıl becerileri yeterlik algıları ile STEM'e yönelik tutumlarının incelenmesi/Investigation of prospective science teachers 21st century skills competence perceptions and attitudes toward STEM*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Fırat Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Nadelson, L. S. ve Seifert, A. L. (2017). Integrated STEM defined: Contexts, challenges, and the future. *The Journal of Educational Research*, 110(3), 221-223.
- National Academy of Engineering and National Research Council [NAE & NRC]. (2012). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. Washington: National Academies Press.
- National Research Council (NRC) (2011). Başarılı K-12 STEM eğitimi: fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanında etkili yaklaşımların belirlenmesi. K-12 fen eğitimi için çok başarılı bilim programları komitesi. Fen eğitimi kurulu ve ölçme ve değerlendirme kurulu, Davranışsal ve Sosyal Bilimler ve Eğitim Anabilim Dalı Kurulu. Washington, DC: Ulusal Akademiler Basını.
- National Research Council (NRC) (2012). A Framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas. Washington, DC: The National Academies Press.
- Newton, P., Driver, R. ve Osborne, J. (1999). The place of argumentation in the pedagogy of school science. *International Journal of Science Education*, 21, 553-576.
- Norris, S. P. ve Phillips, L. M. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science Education*, 87(2), 224-240.
- Nussbaum, E.M. (2002). How introverts versus extroverts approach classroom argumentative discussions. *The Elementary School Journal*, 102, 183-197.
- Osborne, J., Erduran, S., ve Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of research in science teaching*, 41(10), 994-1020.

- Özbilen, A. G. (2018). STEM eğitime yönelik öğretmen görüşleri ve farkındalıkları. *Scientific educational studies*, 2(1), 1-21.
- Özcan, H. ve Koştur, H. İ. (2019). Fen bilimleri dersi öğretim programı kazanımlarının özel amaçlar ve alana özgü beceriler bakımından incelenmesi. *Trakya Eğitim Dergisi*, 9(1), 138-151.
- Özcan, H., ve Koştur, H. İ. (2018). Fen bilimleri dersi öğretmenlerinin STEM eğitime yönelik görüşleri. *Sakarya University Journal of Education*, 8(4), 364-373.
- Özdemir, A.U. (2019). *Sınıf öğretmenlerinin FeTeMM farkındalıkları ve FeTeMM eğitimi uygulamalarına yönelik görüşleri*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Akdeniz Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Özdemir, M. Ç. (2007). Toplumsal değişme karşısında aile ve okul. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 5(2), 185-198.
- Özdem-Yılmaz, Y. (2017). Fen öğretiminde argümantasyon. G. Hastürk (Ed), *Teoriden pratiğe fen bilimleri öğretimi* (s. 276-307) içinde. Pegem Akademi.
- Özen, E.N. (2021). *STEM alanındaki öğretmen adayları için geliştirilen makine öğrenmesi öğretiminin planlanması, uygulanması ve değerlendirilmesi*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Bahçeşehir Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.
- Özmen, H. (2004). Fen öğretiminde öğrenme teorileri ve teknoloji destekli yapılandırmacı (constructivist) öğrenme. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 3(1), 100-111.
- Öztürk, Ç. (2008). *Coğrafya öğretiminde 5E modelinin bilimsel süreç becerilerine, akademik başarıya ve tutuma etkisi*. [Yayımlanmamış doktora tezi]. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Öztürk, F. Ö. (2019). STEM uygulamalarına ilişkin görüşlerle bu uygulamanın bilimsel tutum ve fen öğretimi öz yeterlik inancı üzerine etkisi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (52), 1-38.
- Öztürk, M. (2017). *İlköğretim 4.sınıf öğretmenleri ve öğrencilerinin FeTeMM eğitime dair yeterlik inançları ve tutumlarının incelenmesi*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Ege Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- Öztürk, N., Yılmaz-Tüzün, Ö. ve Çakır-Yıldırım, B. (2019). Öğretmen adaylarının fen eğitiminde STEM uygulamalarına yönelik öz-yeterlik inanç ve görüşlerinin incelenmesi. *Trakya Eğitim Dergisi*. 9(4), 649-665.
- P21. (2017). Partnership for 21st century learning 2015. http://www.p21.org/storage/documents/P21_framework_0515.pdf adresinden 29 Haziran 2021 tarihinde alınmıştır.
- Paglieri, F. (2006). Coding between the lines: On the implicit structure of arguments and its import for science education. *ISTC-CNR Roma. University of Siena, Italy*.

- Patton, M. Q. (2002). *Qualitative research and evaluation methods* (Third Edition). California: Sage Publications
- Ramsay, J. ve Sorrell, E. (2006). Problem based learning: a novel approach to teaching safety, health and environmental courses. *Journal of SH&E Research*, 3(2), 2-8.
- Saçılık, H. (2019). *Fen bilimleri öğretmenlerinin STEM uygulamaları ile ilgili görüşleri*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak.
- Sadler, P. M., Coyle, H. P. ve Schwartz, M. (2000). Engineering competitions in the middle school classroom: Key elements in developing effective design challenges. *The Journal of the Learning Sciences*, 9(3), 299-327.
- Sadler, T. D. ve Donnely, L. A. (2006). Socioscientific argumentation: The effects of content knowledge and morality. *International Journal of Science Education*. 28(12), 1463-1488.
- Sağır, Ş. U. ve Kılıç, Z. (2013). İlköğretim öğrencilerinin bilimin doğasını anlama düzeylerine bilimsel tartışma odaklı öğretimin etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 44(44), 308-318.
- Sampson, V. ve Clark, D.B. (2008). Assessment of the ways students generate arguments in science education: Current perspectives and recommendations for future directions. *Science Education*, 92(3), 447-472.
- Saralar-Aras (2020). Araştırma ve Uygulamalarıyla Proje Tabanlı Öğrenme. <http://fclturkiye.eba.gov.tr/2020/09/08/arastirma-ve-uygulamalarıyla-proje-tabanlı-ogrenme/#:~:text=Proje%20tabanlı%20C3%B6%20Frenme%20yaklaşım%20C3%B6%20Frençilerin,ve%20problem%20C3%A7%20B6zme%20becerilerini%20geliştirirler>. adresinden 19 Nisan 2022 tarihinde alınmıştır.
- Secor, M. J. (1987). "Recent research in argumentation theory," *The Technical Writing Teacher*, 15(3), 254-337.
- Selvi, M. ve Yıldırım, B. (2017). STEM öğretme öğrenme modelleri. S. Çepni (Ed.). *Kuramdan Uygulamaya STEM+A+E Eğitimi*. (4.Baskı) içinde. Ankara: Pegem
- Shulman, L. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15 (2), 4-14.
- Simon, S. (2008). Using toulmin's argument pattern in the evaluation of argumentation in school science. *International Journal of Research and Method in Education*, 31(3), 277-289.
- Soysal, Y. (2012). *Sosyobilimsel argümantasyon kalitesine alan bilgisi düzeyinin etkisi: Genetiği değiştirilmiş organizmalar*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bolu.

- Stohlmann, M., Moore, T. ve Roehrig, G. H. (2012). Considerations for teaching integrated STEM education. *Journal of Pre-college Engineering Education Research*, 2(1), 28-34.
- Sublette, H. (2013). *An effective model of developing teacher leaders in STEM education*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Pepperdine University Graduate School of Education and Psychology.
- Şahin, A. (2015). (Ed.). *A Practice-based model of STEM teaching: STEM students on the stage (SOS)*. Rotterdam, Sense Publishers.
- Şahin, A. ve Top, N. (2015). “STEM students on the stage (SOS): promoting student voice and choice in stem education through an interdisciplinary, standards-focused, project based learning approach”. *Journal of STEM Education*. 16(3): 24-31.
- Şahin, A., Ayar, C. M. ve Adıgüzel T. (2014). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik içerikli okul sonrası etkinlikler ve öğrenciler üzerindeki etkileri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14(1), 297-322.
- Şahin, B. (2019). *STEM etkinliklerinin fen öğretmeni adaylarının STEM farkındalıkları, tutumları ve görüşleri üzerine etkisinin belirlenmesi*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Bartın Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bartın.
- Şahin, D. (2014). Dördüncü ve beşinci sınıf öğrencilerinin argüman yapıları. [Yayımlanmamış doktora tezi]. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Şanlı, M. (2019). *STEM eğitimi uygulamalarının öğrencilerin STEM alanlarına yönelik tutumları ve fen öğrenme motivasyonlarına etkisi*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Şimşek, E. (2019). *Fen bilgisi öğretmenlerinin STEM eğitime yönelik öz-yeterlik inançları, tutumları ve görüşlerinin incelenmesi*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Tan, M. ve Temiz, B.K. (2003). Fen öğretiminde bilimsel süreç becerilerinin yeri ve önemi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(13), 89-101.
- Tarkın-Çelikkıran, A. ve Aydın-Günbatar, S. (2017). Kimya öğretmen adaylarının FeTeMM uygulamaları hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(1), 1624-1656.
- Tati, T., Firman, H. ve Riandi, R. (2017). The effect of STEM learning through the project of designing boat model toward student STEM Literacy. *Journal of Physics: Conference Series*. 895(1). <http://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/895/1/012157>
- Teo, T. W. ve Ke, K. J. (2014). Challenges in STEM teaching: Implication for preservice and inservice teacher education program. *Theory into Practice*, 53(1), 18-24. DOI:0.1080/00405841.2014.862116.
- The Partnership for 21st Century Learning (P21, 2017, 12 Eylül). P21 Framework Definitions. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED519462.pdf> adresinden 30 Haziran 2021 tarihinde alınmıştır.

- Thomas, T. A. (2014). *Elementary teachers' receptivity to integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education in the elementary grades*. [Doctoral dissertation].
- Toulmin, S. (1958). *The uses of argument*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Toulmin, S. (2003). *The uses of argument* (3rd Ed.). New York: Cambridge University Press
- Trend, R. (2009). Commentary: fostering students' argumentation skills in Geoscience Education. *Journal of Geoscience Education*, 57(4), 224-232.
- Tuğ, S. (2020). 7. sınıf öğrencilerinin mühendislik tasarım süreçlerindeki müzakere davetlerinin argümantasyon eğitimi alma durumlarına göre incelenmesi. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize.
- Tuna, A. (2011). *Trigonometri öğretiminde 5E öğrenme döngüsü modelinin öğrencilerin matematiksel düşünme ve akademik başarılarına etkisi*. [Yayımlanmamış doktora tezi] Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Tümay, H. ve Köseoğlu, F. (2011). Kimya öğretmen adaylarının argümantasyon odaklı öğretim konusunda anlayışlarının geliştirilmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 8, 105-119.
- Türkoğuz, S., ve Cin, M. (2013). Argümantasyona dayalı kavram karikatürü etkinliklerinin öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerine etkisi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, (35), 155-173.
- Türnüklü, A. (2000). Eğitim bilim araştırmalarında etkin olarak kullanılabilir nitel bir araştırma tekniği: görüşme. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, 24(24), 543-559.
- Uçar, R. (2019). *Argümantasyonla zenginleştirilmiş STEM etkinliklerinin 7.Sınıf öğrencilerinin "güneş sistemi ve ötesi" ünitesindeki akademik başarılarına, astronomiye yönelik tutumlarına, eleştirel düşünme eğilimlerine ve STEM kariyer ilgilerine etkisi*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Uğraş, M. (2017). Okul öncesi öğretmenlerinin STEM uygulamalarına yönelik görüşleri. *Eğitimde Yeni Yaklaşımlar Dergisi JONPES*, 1(1), 39-54.
- Ulu, C. ve Bayram, H. (2015). Argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımına dayalı laboratuvar etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin kavram öğrenmelerine etkisi: Yaşamımızdaki elektrik ünitesi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 37(37), 61-75.
- Uyanık, S. (2021). *Ortaokul öğrencilerine sosyobilimsel konu temelli çevrimiçi STEM eğitimine yönelik örnek bir tasarım geliştirilmesi ve değerlendirilmesi*. [Yayımlanmamış doktora tezi]. Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Vasquez, J. A., Sneider, C. ve Comer, M. (2013). *STEM lesson essentials, grades 3-8: Integrating science, technology, engineering, and mathematics*. Portsmouth, NH: Heinemann.

- Wan, Z. H., So, W. M. W. ve Zhan, Y. (2020). Developing and Validating a Scale of STEM Project-Based Learning Experience. *Research in Science Education*. <https://doi.org/10.1007/s11165-020-09965-3>
- Wang, H. (2012). *A New era of science education: science teachers' perceptions and classroom practices of science, technology, engineering, and mathematics (STEM) integration*. [Doctoral dissertation]. Retrieved from Proquest. (3494678)
- Wang, H. H., Moore, T. J., Roehrig, G. H. ve Park, M. S. (2011). STEM integration: teacher perceptions and practice. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J PEER)*, 1(2), 1-13.
- Wenzel, J. W. (1990). Three perspectives on argument: Essays in honor of wayne brockriede, 9-26, *Prospect Heights, IL: Waveland Press*.
- Wilder, M. ve Shuttleworth, P. (2005). Cell inquiry: a 5E learning cycle lesson. *Science Activities Sayı 41(4)*, 37-43.
- Williams, J. (2011). STEM education: proceed with caution. *Design and technology Education*. 16(1), 26-35.
- Yalçın, N. ve Akbulut, E. (2021). STEM eğitimi ve STEM perspektifinde robotik kodlama eğitimlerinin incelenmesi: Kızılcıhamam kodluyor örneği. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 25(2), 469-490.
- Yamak, H., Bulut, N. ve DüNDAR, S. (2014). 5. Sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ile fene karşı tutumlarına FeTeMM etkinliklerinin etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(2), 249-265.
- Yaman, F., ve Aşılıoğlu, B. (2022). Öğretmenlerin STEM eğitime yönelik farkındalık, tutum ve sınıf içi uygulama özyeterlik algılarının incelenmesi. *Milli Eğitim Dergisi*, 51(234), 1395-1416.
- Yanış-Kelleci (2020). *Eğitsel robotik uygulamalarına dayalı STEM eğitimi kapsamında öğretmen adaylarının eğitsel robotik TPAB öz-yeterlik inançlarının bilimsel yaratıcılık ve bilgi işlemsel düşünme becerilerinin incelenmesi* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yaşar, Z. (2021). *Okul öncesi öğretmenlerinin FeTeMM farkındalık düzeylerine ve FeTeMM etkinliklerine ilişkin görüşleri*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Fırat Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Yeşildağ-Hasançebi, F. ve Günel, M. (2013). Argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımının dezavantajlı öğrencilerin fen bilgisi başarılarına etkisi. *İlköğretim Online*, 12(4), 1056-1073
- Yıldırım B. (2016). *7. Sınıf fen bilimleri dersine entegre edilmiş fen teknoloji mühendislik matematik (STEM) uygulamaları ve tam öğrenmenin etkilerinin incelenmesi*. [Yayımlanmamış doktora tezi]. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, 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.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2013). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. (9. Baskı). Ankara: SeçkinYayıncılık.
- Yıldırım, B. (2018). STEM uygulamalarına yönelik öğretmen görüşlerinin incelenmesi. *Eğitim Kuram ve Uygulama Araştırmaları Dergisi*, 4(1), 42-53.
- Yıldırım, B. (2020). Öğretmen yetiştirme üzerine bir model önerisi: STEM öğretmen enstitüleri eğitim modeli. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (50), 70-98.
- Yıldırım, B. ve Altun, Y. (2015). STEM eğitim ve mühendislik uygulamalarının fen bilgisi laboratuvar dersindeki etkilerinin incelenmesi. *El-Cezeri Journal of Science and Engineering*, 2(2).
- Yıldırım, B. ve Türk, C. (2018). Sınıf öğretmeni adaylarının STEM eğitimine yönelik görüşleri: uygulamalı bir çalışma. *Trakya Eğitim Dergisi*.
- Yıldırım, B. ve Türk, C. (2018, Mayıs 3-5). *Argümantasyon destekli STEM uygulamalarının etkililiği*. International Conference on STEM and Educational Sciences. (Uluslararası STEM ve Eğitim Bilimleri Kongresi), Muş, Türkiye.
- Yıldırım, H. E. ve Nakiboğlu, C. (2014). Kimya öğretmen ve öğretmen adaylarının derslerinde kullandıkları argümantasyon süreçlerinin incelenmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(2), 124-154.
- Yılmaz, B. (2006). *Beşinci sınıf öğretmenlerinin fen ve teknoloji dersinde yapılandırmacı öğrenme ortamı düzenleme becerileri*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Yıldız Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

EKLER

Ek-1. FeTeMM (Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik) Farkındalık Ölçeği

FeTeMM İLE İLGİLİ ÖĞRETMEN GÖRÜŞLERİ Yönerge: Aşağıda FeTeMM eğitime yönelik görüşlerinizi belirlemeyi amaçlayan cümleler yer almaktadır. Bu maddeleri size uygun olan duruma göre X işareti koyarak belirtiniz.	Kesinlikle Katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle Katılmıyorum
ÖĞRENCİYE YÖNELİK ETKİSİ					
1. FeTeMM eğitimi öğrencilerin el becerilerinin artmasına katkıda bulunur.					
2. FeTeMM eğitimi öğrencilerin analitik düşünme becerilerini geliştirir.					
3. FeTeMM eğitimi öğrenciyi derse motive eder.					
4. FeTeMM eğitimi öğrencilerin problem çözme becerilerini artırır.					
5. FeTeMM eğitimi uygulamaları öğrencilerin kendine güvenini artırır.					
6. FeTeMM eğitimi öğrencilerin eleştirel bakış açısı kazanmalarını destekler.					
DERSE YÖNELİK ETKİSİ					
7. FeTeMM eğitiminin dersten günlük hayata yansması kaçınılmazdır.					
8. FeTeMM eğitimi için üst düzey materyallere ihtiyaç vardır.					
9. FeTeMM eğitimi uygulaması derste sınıf hakimiyetini olumsuz etkiler.					
10. FeTeMM eğitimi etkinliği derste çok zaman kaybettirir.					
11. FeTeMM eğitimi etkinlikleri öğretim programlarında yer almalıdır.					
ÖĞRETMENE YÖNELİK ETKİSİ					
12. FeTeMM eğitimi öğretmenin derste teknoloji kullanılmasını gerekli kılar.					
13. FeTeMM eğitim uygulamaları öğretmenin kendisini geliştirmesi için bir fırsattır.					
14. FeTeMM eğitim etkinliklerinde öğretmen aktif rol almalıdır.					
15. Öğretmenler ders içi/dışı etkinliklerde FeTeMM eğitimini kolaylıkla planlayabilirler.					

Ek-2. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Soruları

1. Sizce fen bilimleri hangi disiplinlerle ilişkilidir?

a. Sonda: Fen bilimleri ile teknoloji, mühendislik ve matematik alanları arasında nasıl bir ilişki vardır?

2. STEM ya da Türkçeye adapte edilmiş haliyle FeTeMM'i nasıl tanımlarsınız?

3. Daha önce STEM eğitim (ler) aldınız mı?

a. Evet, ise nerede ve hangi eğitim (leri) aldınız?

4. Aldığınız STEM eğitimin size katkıları nelerdir?

5. Ortaokulda fen derslerinin güçlendirilmesi için STEM temelli fen öğretiminin kullanılabileceğini düşünüyor musunuz?

6. Öğretmen açısından, fen derslerinde STEM temelli etkinlikleri kullanmanın avantajları nelerdir?

7. Öğrenci açısından fen derslerinde STEM temelli etkinlikleri kullanmanın avantajları nelerdir?

8. Öğretmen açısından fen derslerinde STEM Temelli etkinlikleri kullanmanın dezavantajları nelerdir?

9. Öğrenci açısından fen derslerinde STEM temelli etkinlikleri kullanmanın dezavantajları nelerdir?

10. STEM temelli etkinlikleri uygulama esnasında yaşamış olduğunuz zorluklar nelerdir?

Ek-3. Argümantasyonla Zenginleştirilmiş STEM Odaklı Proje Formu

STEM odaklı araştırma süreci: Aşağıda çevre bilimi dersi kapsamında belirlediğiniz çevre problemini STEM (fen-teknoloji-mühendislik-matematik) kapsamında incelemeniz beklenmektedir. Her bir başlık altında verilmiş olan sorulara detaylı cevaplar vererek ilgili çevre problemini incelemeniz ve çözüm geliştirmeniz beklenmektedir.

1. Bilgi Temelli Hayat Problemi ve Sınırlamalar:

Bulduğunuz çevre sorunu nedir? Bu çevre sorununu nasıl buldunuz?

2. Bilgi Edinme (Beyin Fırtınası):

Çevre sorunuyla ilgili hangi ek bilgileri buldunuz ve bu bilgileri hangi kaynaklardan buldunuz? Bulduğunuz bilgilerin doğru olup olmadığına nasıl karar verdiniz?

3. Fikir Geliştirme:

Bu çevre sorununun çözümü için çözüm öneriniz nedir? Bu çözüm önerisinin sorunu çözmek için etkili olacağını düşünüyor musunuz? Neden? Bu çözüm önerisi hangi durumlarda işe yarar hangi durumlarda yaramaz? Önerdiğiniz çözüm önerisi dışında da çözüm yolu var mıdır? Varsa neden bu yolu/yolları seçmediniz? Grup veya diğer arkadaşlarınızla yaptığınız beyin fırtınası sonucu çözüm öneriniz değişti mi? Değiştiyse neden ve nasıl değişti?

4. Ürün Geliştirme:

Bulduğunuz çevre sorunuyla ilgili belirlediğiniz çözüm önerisinin uygulanmasında ne tür ürün/makine/ teknoloji/ araç-gereç kullanmanız gerekecek? Kullanmanız gereken her şeyi liste şeklinde not alınız. Bunlardan hangilerinin hazır alınması hangilerinin geliştirilmesi gerekiyor? Geliştireceğiniz bu ürünleri nasıl geliştireceksiniz? Ve ne işinize yarayacaklar?

5. Test Etme:

Geliştirdiğiniz bu ürün veya çözüm önerinizi nasıl uygulayacaksınız? İşe yarayıp yaramadığını nasıl göreceksiniz? İşe yaramaz ise diğer çözüm öneriniz ne olacak?

6. Paylaşma ve Yansıtma:

İlgili çevre sorununa bulduğunuz çözüm önerisi ve çözüm için geliştirdiğiniz ürün veya materyalleri sınıfınızda veya başka bir ortamda nasıl tanıtıp paylaşacaksınız? Sizce öğrencilerin bu şekilde bir problem durumu ile başlayıp çözüm önerisi ve uygulaması geliştirmelerini içeren projeler fen alanlarındaki öğrenme ve motivasyonlarını nasıl etkiler? Sizde öğrencilerinizi böyle bir sürece dâhil ederek öğretim yapmayı tercih eder misiniz? Neden?