



**FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ
STEM DERS PLANI GELİŞTİRME VE UYGULAMA
SÜRECİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SümeYra YILMAZ

Danışman

Prof. Dr. Bülent AYDOĞDU

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ

ANABİLİM DALI

Haziran 2023

AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ STEM DERS PLANI
GELİŞTİRME VE UYGULAMA SÜRECİNİN İNCELENMESİ**

SümeYra YILMAZ

Danışman

Prof. Dr. Bülent AYDOĞDU

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI

Haziran 2023

TEZ ONAY SAYFASI

Sümeýra YILMAZ tarafından hazırlanan “Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının STEM Ders Planı Geliştirme ve Uygulama Sürecinin İncelenmesi” adlı tez çalışması lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca 12 / 06 / 2023 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından **oy birliği** ile Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı (Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı)**’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Bülent AYDOĞDU

Başkan : Prof. Dr. Jale ÇAKIROĞLU
Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Eğitim Fakültesi

Üye : Prof. Dr. Bülent AYDOĞDU
Afyon Kocatepe Üniversitesi, Eğitim Fakültesi

Üye : Prof. Dr. Bülent ÇAVAŞ
Uşak Üniversitesi, Eğitim Fakültesi

Üye : Prof. Dr. Ersin KIVRAK
Afyon Kocatepe Üniversitesi, Eğitim Fakültesi

Üye : Doç. Dr. Koray KASAPOĞLU
Afyon Kocatepe Üniversitesi, Eğitim Fakültesi

Afyon Kocatepe Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun
..... /..... /..... tarih ve
..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. İbrahim EROL

Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI
Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

12/ 06 / 2023

Sümeyra YILMAZ

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ STEM DERS PLANI GELİŞTİRME VE UYGULAMA SÜRECİNİN İNCELENMESİ

SümeYra YILMAZ

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Bülent AYDOĞDU

Bu araştırmada, STEM ders planı geliştirme ve uygulama sürecinin fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM'e yönelik tutumlarına, entegre STEM öğretim yönelimlerine ve anlayışlarına, bilgi işlemsel düşünme becerilerine etkisinin ve bu süreçte hazırlanan STEM ders planlarının incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırma, nicel ve nitel verilerin bir arada olduğu karma yöntem desenlerinden biri olan iç içe karma desen kullanılarak tasarlanmıştır. STEM ders planı geliştirme ve uygulama sürecinin etkisini belirlemek amacıyla nicel veriler, katılımcıların entegre STEM öğretim anlayışlarını ve hazırladıkları STEM ders planlarındaki değişimi derinlemesine incelemek amacıyla da nitel veriler toplanmıştır. Nicel veri toplama sürecinde “STEAM Tutum Ölçeği”, “Entegre FeTeMM Öğretimi Yönelim Ölçeği” ve “Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği”; nitel veri toplama sürecinde ise “STEM Entegrasyonu Müfredat Değerlendirme Aracı” ve yarı yapılandırılmış odak grup görüşme formu kullanılmıştır. Amaçlı örneklem yöntemlerinden biri olan ölçüt örneklem kullanılarak araştırmanın çalışma grubu belirlenmiştir. Çalışma grubu, 3. sınıfta öğrenime devam eden 34 fen bilgisi öğretmen adayından oluşmaktadır. Asıl uygulama sürecinden önce 12 hafta süren bir pilot uygulama yapılmış, yaşanan eksiklikler göz önüne alınarak asıl uygulama süreci tasarlanmıştır. Asıl uygulama süreci 80 ders saati olmak üzere toplam 16 haftadan oluşmaktadır. Uygulamanın başında katılımcılara STEM öğretimine yönelik teorik bilgiler sunulmuştur. Beş gruba ayrılan katılımcıların STEM ders planı geliştirmeleri ve akranlarının öğrenci olduğu sınıfta, hazırlanan ders planlarının uygulanması istenmiştir. Uygulama öncesi ve sonrasında çalışma grubuna ölçekler uygulanmış, odak grup görüşmeleri gerçekleştirilmiştir. Gruplar halinde hazırlanan STEM ders planları uzmanlar

tarafından incelenerek katılımcılara geri dönütler verilmiştir. Katılımcılar, geri dönütlere göre düzenledikleri STEM ders planlarını sınıfta uygulamıştır. STEM ders planları ve odak grup görüşmelerinden; “Motive Edici ve İlgi Çekici Bağlam”, “Mühendislik Tasarım Zorluğu”, “Bilim İçeriğinin Entegrasyonu”, “Matematik İçeriğinin Entegrasyonu”, “Öğretim Stratejileri”, “Takım Çalışması”, “İletişim”, “Performans ve Biçimlendirici Değerlendirme” ve “Organizasyon” olmak üzere toplam dokuz kategori elde edilmiştir. Elde edilen bulgulardan yola çıkarak STEM ders planı geliştirme ve uygulama sürecinin fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM tutumlarını, entegre STEM öğretim yönelimlerini ve bilgi işlemsel düşünme becerilerini istatistiksel olarak anlamlı ve olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir. Yapılan son görüşmeler incelendiğinde, bu süreçte fen bilgisi öğretmen adaylarının entegre STEM öğretim anlayışlarının geliştiği tespit edilmiştir. Hazırlanan STEM ders planları incelendiğinde ise son ders planlarından alınan puanların ilk ders planlarından alınan puanlara göre daha yüksek olması öğretmen adaylarının STEM ders planı hazırlama konusunda geliştiğini ve bu süreçte STEM ders planlarının niteliğinin arttığını göstermektedir. Araştırmadan elde edilen bulgular ayrıntılı olarak doğrudan alıntılara yer verilerek sunulmuş ve sonuçlar literatürle desteklenerek tartışılmıştır. Çalışmanın sonunda araştırmacılara, öğretmen yetiştirme programlarını hazırlayan uzmanlara ve gelecekteki uygulamalara yönelik öneriler sunulmuştur.

2023, xii + 181 sayfa

Anahtar Kelimeler: Öğretmen adayları, Fen bilgisi eğitimi, STEM tutumu, STEM öğretim yönelimi, Bilgi işlemsel düşünme, Ders Planı.

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

INVESTIGATION OF PRESERVICE SCIENCE TEACHERS' STEM LESSON PLAN DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION PROCESS

SümeYra YILMAZ

Afyon Kocatepe University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Mathematics and Science Education

Supervisor: Prof. Bülent AYDOĞDU

This study aimed to examine the effect of STEM lesson plan development and implementation process on pre-service science teachers' attitudes towards STEM, integrated STEM teaching intentions and understandings, and computational thinking skills, as well as to analyze the STEM lesson plans prepared during this process. The research was designed using an embedded mixed-methods design, which is one of the mixed-methods patterns that combines quantitative and qualitative data. Quantitative data were collected to determine the impact of STEM lesson plan development and implementation process, while qualitative data were collected to deeply analyze participants' integrated STEM teaching understandings and the changes in STEM lesson plans they prepared. In the process of collecting quantitative data, the "STEAM Attitude Scale," "Integrated FeTeMM Teaching Intention Scale," and "Computational Thinking Scale" were used. The qualitative data were collected using the "STEM Integration Curriculum Assessment Tool" and a semi-structured focus group interview form. Criterion sampling, one of the purposeful sampling methods, was used to determine the study group. The study group consisted of 34 pre-service science teachers ongoing their education in the third grade. Prior to the main implementation process, a 12-week pilot implementation was conducted, and based on the identified deficiencies, the main implementation process was designed. The implementation process consisted of a total of 16 weeks with 80 class hours. At the beginning of the implementation, participants were provided with theoretical knowledge about STEM teaching. The participants, divided into five groups, were asked to develop and implement STEM lesson plans in the

classroom where their peers were students. Before and after the implementation, scales were administered to the study group, and focus group interviews were conducted. The STEM lesson plans prepared by the groups were examined by experts, and feedback was given to the participants. Based on the feedback, the participants revised their STEM lesson plans and implemented them in the classroom. From the STEM lesson plans and focus group interviews, a total of nine categories were obtained: "Motivating and Engaging Context," "Engineering Design Challenge," "Integration of Science Content," "Integration of Mathematics Content," "Instructional Strategies," "Teamwork," "Communication," "Performance and Formative Assessment," and "Organization." Based on the findings, it was determined that the STEM lesson plan development and implementation process significantly and positively affected pre-service science teachers' attitudes towards STEM, integrated STEM teaching orientations, and computational thinking skills. When analyzing the final interviews, it was found that pre-service science teachers' integrated STEM teaching understandings improved during this process. Examination of the STEM lesson plans revealed that the scores obtained from the final lesson plans were higher than those obtained from the initial lesson plans, indicating that pre-service teachers improved in terms of STEM lesson plan preparation and the quality of STEM lesson plans increased during this process. The findings obtained from the research were presented in detail by direct quotations and were discussed with support from the literature. At the end of the study, recommendations were made for researchers, experts involved in teacher education programs and future implementations.

2023, xii + 181 pages

Keywords: Preservice teachers, Science education, STEM attitude, STEM teaching intention, Computational thinking, Lesson plan.

TEŞEKKÜR

Araştırma sürecimde engin bilgi ve deneyimleriyle bana rehberlik eden danışman hocam Sayın Prof. Dr. Bülent AYDOĞDU'ya en içten teşekkürlerimi sunuyorum. Değerli görüşleri ve sundukları önerilerle çalışmama katkı sağlayan Sayın Prof. Dr. Ersin KIVRAK'a, Sayın Prof. Dr. Jale ÇAKIROĞLU'na, Sayın Prof. Dr. Bülent ÇAVAŞ'a ve özellikle çalışmamın her aşamasında beni dinleyerek her türlü soruma samimiyetle cevap veren değerli hocam Doç. Dr. Koray KASAPOĞLU'na teşekkür ederim. Akademik kariyerimde bana yol gösteren ve beni cesaretlendiren kıymetli hocam Prof. Dr. İlknur GÜVEN'e teşekkürü bir borç bilirim.

Lisans ve yüksek lisans öğrenimim boyunca bana kattıkları bilgi ve birikimleri ile eğitim hayatımda emeği olan tüm değerli hocalarıma, hayatımın her anında yanımda hissettiğim neşeme ve heyecanıma ortak olan arkadaşlarıma, araştırma sürecim boyunca yardımlarından dolayı meslektaşlarıma, her konuda desteklerini benden esirgemeyen aileme ve özellikle başarıya giderken ihtiyacım olan gücün içimde olduğunu fark etmemde bana yardımcı olan, gelişimimi özveriyle destekleyen canım anneme teşekkür ediyorum.

Sümeyra YILMAZ
Afyonkarahisar 2023

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
TABLolar DİZİNİ.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Problem Durumu.....	3
1.2 Araştırmanın Amacı.....	6
1.3 Araştırmanın Önemi	7
1.4 Araştırmanın Varsayımları	12
1.5 Araştırmanın Sınırlıkları	12
2. LİTERATÜR BİLGİLERİ	13
2.1. Kavramsal Çerçeve	13
2.1.1 STEM Öğretimi.....	13
2.1.2 Entegre STEM Öğretimi	14
2.1.3 Entegre STEM Öğretim Yönelimi	19
2.1.4 Öğretmen Yetiştirme Programında STEM Öğretimi	19
2.1.5 STEM Öğretimi ve Ders Planı	21
2.1.6 STEM’e Yönelik Tutum	24
2.1.7 STEM Öğretim Anlayışı	25
2.1.8 Bilgi İşlemsel Düşünme Becerileri	26
2.1.9 Bilgi İşlemsel Düşünme Becerileri ve STEM Öğretimi	27
2.2 İlgili Araştırmalar	29
2.2.1 STEM’e Yönelik Tutum ile İlgili Yapılmış Çalışmalar.....	29
2.2.2 Entegre STEM Öğretimi ile İlgili Yapılmış Çalışmalar	31
2.2.3 Bilgi İşlemsel Düşünme ile İlgili Yapılmış Çalışmalar	36
2.2.4 Öğretmen Adaylarının Hazırladıkları Ders Planları ile İlgili Yapılmış Çalışmalar	38
3. MATERYAL ve METOT	44
3.1 Araştırmanın Deseni	44

3.2 Çalışma Grubu	45
3.3 Çalışma Ortamı	46
3.4 STEM Ders Planları	46
3.5 Veri Toplama Araçları	47
3.5.1 STEAM Tutum Ölçeği	48
3.5.2 Entegre FeTeMM Öğretimi Yönelim Ölçeği	48
3.5.3 Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği	49
3.5.4 Yarı Yapılandırılmış Odak Grup Görüşme Formu	49
3.5.5 STEM Ders Planı Değerlendirme Aracı (STEM Entegrasyonu Müfredat Değerlendirme Aracı)	50
3.6 Pilot Uygulama Süreci	52
3.7 Asıl Uygulama Süreci	54
3.7.1 Birinci Grubun Hazırlamış Olduğu STEM Ders Planına İlişkin Bilgiler	58
3.7.2 İkinci Grubun Hazırlamış Olduğu STEM Ders Planına İlişkin Bilgiler	59
3.7.3 Üçüncü Grubun Hazırlamış Olduğu STEM Ders Planına İlişkin Bilgiler...	59
3.7.4 Dördüncü Grubun Hazırlamış Olduğu STEM Ders Planına İlişkin Bilgiler	60
3.7.5 Beşinci Grubun Hazırlamış Olduğu STEM Ders Planına İlişkin Bilgiler ...	61
3.8 Verilerin Analizi	62
3.8.1 Nicel Verilerin Analizi	62
3.8.2 Nitel Verilerin Analizi	63
3.8.2.1 Yarı Yapılandırılmış Odak Grup Görüşmelerinin Analizi	63
3.8.2.2 STEM Ders Planlarının Analizi	64
3.9 Araştırmanın Geçerliği ve Güvenirlik	65
3.9.1 Geçerlik	65
3.9.1.1 İç Geçerlik/İnandırıcılık	65
3.9.1.2 Dış Geçerlik/Aktarılabilirlik	66
3.9.2 Güvenirlik	67
3.9.2.1 İç Güvenirlik/Tutarlık	67
3.9.2.2 Dış Güvenirlik/Teyit Edilebilirlik	67
3.10 Çalışmanın Yapılması için Gerekli İzinlerin Alınması	68
4. BULGULAR	69
4.1 STEM'e Yönelik Tutum ile İlgili Bulgular	69
4.2 Entegre STEM Öğretim Yönelimi ile İlgili Bulgular	71
4.3 Bilgi İşlemsel Düşünme ile İlgili Bulgular	75

4.4 Entegre STEM Öğretim Anlayışı ile İlgili Bulgular.....	78
4.5 Geliştirilen STEM Ders Planları ile İlgili Bulgular	80
4.5.1 Motive Edici ve İlgi Çekici Bağlam.....	86
4.5.2 Mühendislik Tasarım Zorluğu.....	89
4.5.3 Bilim İçeriğinin Entegrasyonu	92
4.5.4 Matematik İçeriğinin Entegrasyonu	94
4.5.5 Öğretim Stratejileri.....	96
4.5.6 Takım Çalışması	98
4.5.7 İletişim	100
4.5.8 Performans ve Biçimlendirici Değerlendirme	102
4.5.9 Organizasyon.....	104
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	108
5.1 STEM’e Yönelik Tutum ile İlgili Tartışma ve Sonuç	108
5.2 Entegre STEM Öğretimine Yönelim ile İlgili Tartışma ve Sonuç	111
5.3 Bilgi İşlemsel Düşünme Becerileri ile İlgili Tartışma ve Sonuç	112
5.4 Geliştirilen STEM Ders Planları ve Entegre STEM Öğretim Anlayışı ile İlgili Tartışma ve Sonuç.....	115
6. ÖNERİLER	128
7. KAYNAKLAR.....	130
EKLER	155

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

%	Yüzde
Z	Test değeri (Wilcoxon)
t	t-testi değeri
n	Kişi sayısı
p	Anlamlılık değeri
$\bar{x}$	Aritmetik ortalama
sd	Serbestlik derecesi
d	Etki büyüklüğü değeri
SS	Standart sapma
α	Cronbach Alfa katsayısı

Kısaltmalar

5E	Engagement, Explore, Explain, Elaborate, Evaluate (Giriş, Keşfetme, Açıklama, Derinleştirme, Değerlendirme)
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
APA	American Psychology Association
BTHP	Bilgi Temelli Hayat Problemi
FeTeMM	Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik
ISTE	International Society for Technology Education
ITC	International Test Commission
Max.	Maksimum
MEB	Millî Eğitim Bakanlığı
Min.	Minimum
NAE	National Academy of Engineering (Ulusal Mühendislik Akademisi)
NGSS	Next Generations Science Standards (Yeni Nesil Fen Eğitimi Standartları)
NRC	National Research Council (Ulusal Araştırma Birliği)
STEAM	Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics
STEM	Science, Technology, Engineering, and Mathematics (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik)
STEM-ICA	STEM Integration Curriculum Assessment
vd.	Ve diğerleri
YÖK	Yükseköğretim Kurulu

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1 STEM spektrumu (Nadelson ve Seifert 2017).	15
Şekil 2.2 Entegre STEM öğretim uygulamaları için teorik çerçeve (Thibaut vd. 2018a).	17
Şekil 2.3 STEM çemgisi (Çorlu, 2017).	23
Şekil 2.4 Matematik ve bilim taksonomisinde bilgi işlemsel düşünme (Weintrop vd. 2016).	28
Şekil 3.1 Öğretmen adayları çalışma grupları.	46
Şekil 3.2 Asıl uygulama süreci.	55
Şekil 4.1 Motive Edici ve İlgi Çekici Bağlam kategorisinden alınan puanlar.	86
Şekil 4.2 Mühendislik Tasarım Zorluğu kategorisinden alınan puanlar.	89
Şekil 4.3 Bilim İçeriğinin Entegrasyonu kategorisinden alınan puanlar.	92
Şekil 4.4 Matematik İçeriğinin Entegrasyonu kategorisinden alınan puanlar.	94
Şekil 4.5 Öğretim Stratejileri kategorisinden alınan puanlar.	96
Şekil 4.6 Takım Çalışması kategorisinden alınan puanlar.	98
Şekil 4.7 İletişim kategorisinden alınan puanlar.	100
Şekil 4.8 Performans ve Biçimlendirici Değerlendirme kategorisinden alınan puanlar.	102
Şekil 4.9 Organizasyon kategorisinden alınan puanlar.	104

TABLolar DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 3.1 Veri toplama araçlarına ilişkin bilgiler.....	47
Tablo 3.2 STEAM Tutum Ölçeğine ilişkin bilgiler.....	48
Tablo 3.3 Entegre STEM Öğretimi Yönelim Ölçeğine ilişkin bilgiler.....	49
Tablo 3.4 Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeğine ilişkin bilgiler.....	49
Tablo 3.5 Pilot uygulama sürecindeki grup tasarımları.....	53
Tablo 3.6 Asıl uygulama sürecinin çalışma takvimi.....	57
Tablo 3.7 Birinci grubun STEM ders planının uygulamasına ilişkin bilgiler.....	58
Tablo 3.8 İkinci grubun STEM ders planının uygulamasına ilişkin bilgiler.....	59
Tablo 3.9 Üçüncü grubun STEM ders planının uygulamasına ilişkin bilgiler.....	60
Tablo 3.10 Dördüncü grubun STEM ders planının uygulamasına ilişkin bilgiler.....	61
Tablo 3.11 Beşinci grubun STEM ders planının uygulamasına ilişkin bilgiler.....	61
Tablo 4.1 STEAM Tutum Ölçeği ve alt boyutlarının ön test-son test fark puanlarına ilişkin betimsel istatistik sonuçları.....	69
Tablo 4.2 STEAM Tutum Ölçeğinden elde edilen puan ortalamalarına ilişkin Bağımlı Gruplar t-Testi sonuçları.....	70
Tablo 4.3 STEAM Tutum Ölçeğinin “değer verme” alt boyutuna ilişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçları.....	71
Tablo 4.4 Entegre FeTeMM Öğretimi Yönelim Ölçeği ve alt boyutlarının ön test-son test fark puanlarına ilişkin betimsel istatistik sonuçları.....	72
Tablo 4.5 Entegre FeTeMM Öğretimi Yönelim Ölçeğinden elde edilen puan ortalamalarına ilişkin Bağımlı Gruplar t-Testi sonuçları.....	72
Tablo 4.6 Entegre FeTeMM Öğretimi Yönelim Ölçeğinin “algılanan davranış kontrolü ve davranışsal yönelimi” alt boyutuna ilişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçları.....	74
Tablo 4.7 Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği ve alt boyutlarının ön test-son test fark puan ortalamalarına ilişkin betimsel istatistik sonuçları.....	75
Tablo 4.8 Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeğinden elde edilen puan ortalamalarına ilişkin Bağımlı Gruplar t-Testi sonuçları.....	76
Tablo 4.9 Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeğinin “Algoritmik Düşünme” Alt Boyutuna İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları.....	78
Tablo 4.10 Odak grup görüşmelerinden elde edilen kategoriler.....	80

Tablo 4.11 Hazırlanan ders planlarına ilişkin bilgiler.	81
Tablo 4.12 Grupların ilk ve son STEM ders planlarının puanlarına ilişkin radar grafikler.	82
Tablo 4.13 Grupların ilk ve son STEM ders planlarından kategorilere göre aldığı puanlara ilişkin bilgiler.	83
Tablo 4.14 Hazırlanan STEM ders planlarının düzeyine ilişkin ölçüt.	84
Tablo 4.15 Grupların ilk ve son STEM ders planlarından aldıkları puanlara ilişkin bilgiler.	84
Tablo 4.16 STEM ders planlarının kategori puanlarına ilişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçları.	85
Tablo 4.17 Odak grup görüşmelerinden elde edilen Motive Edici ve İlgi Çekici Bağlam kategorisine ait kodlar.	87
Tablo 4.18 Odak grup görüşmelerinden elde edilen Mühendislik Tasarımı kategorisine ait kodlar.	90
Tablo 4.19 Odak grup görüşmelerinden elde edilen Bilim İçeriğinin Entegrasyonu kategorisine ait kodlar.	93
Tablo 4.20 Odak grup görüşmelerinden elde edilen Matematik İçeriğinin Entegrasyonu kategorisine ait kodlar.	95
Tablo 4.21 Odak grup görüşmelerinden elde edilen Öğretim Model, Yaklaşım, Yöntem ve Teknikleri kategorisine ait kodlar.	97
Tablo 4.22 Odak grup görüşmelerinden elde edilen Takım Çalışması kategorisine ait kodlar.	99
Tablo 4.23 Odak grup görüşmelerinden elde edilen İletişim kategorisine ait kodlar. .	101
Tablo 4.24 Odak grup görüşmelerinden elde edilen Ölçme ve Değerlendirme Araçları/Yöntemleri kategorisine ait kodlar.	103
Tablo 4.25 Uygulamalar sonunda STEM ders planlarında yapılan değişikliklere ilişkin kodlar.	105

1. GİRİŞ

Küreselleşen dünya ile birlikte politika, endüstri, ekonomi, sanayi ve eğitim gibi alanlarda gelişim ve değişimler kaçınılmaz olmuştur. Gelişimin bu denli hızlı olması da ülkeler arası var olan rekabeti arttırmaktadır. Ülkeler, ekonomi ve sanayi alanlarında küresel rekabetin gerisinde kalmamak için farklı politikalar izlemektedir (Akgündüz vd. 2015). Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler bu konularda ulusal veya uluslararası bildiri, sempozyum, toplantı ve projeler düzenleyerek ekonomide oluşması muhtemel boşluğun önüne geçmek için çalışmalar düzenlemektedir. Gelişmiş eğitim sistemi ve büyüyen ekonomiye sahip ülkeler araştırma-geliştirme etrafında ulusal politikalar izleyerek önemli adımlar atmaktadır (Blackley ve Howell 2015). Ülkenin ekonomik kalkınması ve toplumsal refahı, eğitim sistemiyle oldukça ilişkili olması nedeniyle izlenen yollardan biri de bilim, matematik, mühendislik ve teknoloji disiplinlerinin eğitime yansımalarını inceleyerek gelişmeye destek olmaktır (National Research Council [NRC] 2011).

Toplumların gelişmesi ve nitelikli iş gücünü desteklemek için eğitim reformlarına ihtiyaç günden güne önemini göstermeye devam etmektedir (Rothwell 2013). 21. yüzyılda teknolojinin gelişimi, işgücündeki ihtiyaçların yönünü değiştirmiş ve bu durum da bireylerden beklenen bilgi ve becerilerin şekillenmesinde etkili olmuştur (Roehrig vd. 2012). Günümüz insanlarından günlük hayatta karşılaştıkları zorlukların üstesinden gelmek için eleştirel düşünme, problem çözme, yaratıcı düşünme gibi 21. yüzyıl becerilerine sahip olması beklenmektedir (Yenilmez ve Balbağ 2016, Acar vd. 2018, Thibaut vd. 2018c). Bununla birlikte bireylerin medya ve dijital okuryazarlığına yapılan vurgu da gün geçtikçe artmaktadır. Yaratıcılık, algoritmik düşünme, eleştirel düşünme ve problem çözme gibi becerileri altında toplayan bilgi işlemsel düşünme kavramı eğitimde kazanılması mühim beceriler olarak yerini almıştır. Bu sebeple günümüzde eğitim çalışmaları; 21. yüzyıl becerilerine sahip, öğrendiklerini günlük hayat ile birleştirerek karşılaştıkları problemlere farklı bakış açısıyla yaklaşan, sorgulayan, araştıran, olay ve durumlar karşısında eleştirel yaklaşabilen bireyler yetiştirmeyi hedeflemektedir (NRC 2011). Eğitim politikaları da bu yönlü evrilerek sürecin nasıl gerçekleşmesi ve hangi yaklaşımların kullanılacağı ile ilgili konulara yönelmektedir.

Bireylere kazandırılması gereken becerilerin ve mevcut şartların evrilmesi, bununla birlikte yakın süreçte bilim ve matematik alanlarında sınav puanlarındaki düşüş ve bu alanlarındaki mesleklere yönelik ilginin azalması eğitimdeki yeniliklerin önünü açmıştır. Bahsedilen becerilerin kazandırılmasında ise öğrenciyi merkeze alan yaklaşımların kullanılması ele alınmaktadır (Aydeniz ve Bilican 2018). Öğrenci merkezli yaklaşımların yaparak yaşayarak öğrenmeyi desteklediği ve öğrencinin günlük yaşamda karşılaştıkları problemleri çözme becerisi geliştirmesinde etkili olduğu savunulmaktadır. Bilim eğitimindeki son reformlar, fen ve mühendislik içeriğini ve uygulamalarını kapsayan etkili öğretim yöntemlerini gerçekleştirmenin önemini vurgulamaktadır (Sanders 2009). Next Generation Science Standards [NGSS] Lead States (2013) ise disiplinler arası içeriğin entegrasyonuna vurgu yapmakta ve sorgulama, problem çözme gibi becerileri işe koşturmaktadır. Günlük yaşamda küresel, çevresel ve toplumsal sorunları tek bir disiplini kullanarak değil birçok disiplini aynı anda işe koşarak çözüm yoluna ulaşılmaktadır. Bu sebeple eğitimde de disiplinlerin entegrasyonu önemli bir konu olarak ele alınmaktadır.

Büyük ölçekte bakıldığında ülkelerin ekonomik kalkınmasında küçük ölçekte ise bireylerde istenen becerileri geliştirme potansiyeline sahip olduğu görülen öğrenci merkezli eğitim reformlarından biri de STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) öğretim yaklaşımıdır. STEM; bilim, matematik, mühendislik ve teknoloji disiplinlerinin kısaltmasından oluşmaktadır. STEM önce ekonomik endişelere çözüm önerisi sunan bir politika olarak ele alınmış daha sonrasında ise eğitim alanındaki çalışmalarda gündeme gelmiştir (Bybee 2010). Son yıllarda STEM alanında güçlü bir eğitim sağlamanın önemi vurgulanmaktadır (Manly vd. 2018). STEM öğretim yaklaşımı birden fazla disiplinin birlikte öğretimini ele almaktadır (Sanders 2009). Aynı zamanda bütüncül bir yaklaşım sergilemesi ve disiplinlerin bir arada öğretimini içermesi nedeniyle günümüzde oldukça ilgi görmektedir. Ülkeler eğitim reformlarıyla birlikte programlarına STEM'i entegre etme ile ilgili alanlara yönelmiş ve STEM'in eğitimdeki yansımaları araştırılmaya değer olduğu görülmüştür. Gelişmiş ülkeler STEM öğretimine yönelik oldukça büyük yatırımlar yapmaktadır (Breiner vd. 2012). Dahası STEM sadece gelişmiş ülkeler değil dünya çapında ekonominin büyümesinde ve gelişmesinde de etkileyici bir reform olduğu belirtilmektedir (Al Salami vd. 2017). Amerika Birleşik Devletleri (ABD), Almanya, Çin ve Japonya gibi ülkelerin ekonomi alanındaki başarılarının kaynağı; STEM

alanlarına yaptıkları yatırımlar olarak gösterilmektedir (Aydeniz 2017). Buradan yola çıkarak büyüyen ve küreselleşen çağımızda ekonomide yükselerek ileriye gitmenin koşulunun STEM öğretime bağlı olduğunu söyleyebiliriz.

1.1 Problem Durumu

Tarihsel sürece bakıldığında STEM öğretiminin sosyal ve ekonomik ihtiyaçların etkisinde olduğu ve bu ihtiyaçlara göre yönlendirildiği görülmektedir (So vd. 2019). Öğrencilerin gelecek meslek hayatlarında ihtiyaç duyacakları gerekli bilgi ve becerilerin kazandırılmasında STEM öğretimi önemli bir yere sahiptir (Acar vd. 2018, Wahono ve Chang 2019). STEM uygulamalarıyla geliştirilen bu becerilerin, bireylerin gelecekteki kariyerlerini olumlu yönde etkilediği raporlanmıştır (Alismail ve McGuire 2015). Bu yaklaşımla sadece STEM çalışanlarına değil aynı zamanda tüm bireylerin STEM ve teknoloji okuryazarı olması hedeflenir (Roehrig vd. 2012). STEM'in 21. yüzyılda bireylerde olması gereken becerileri de geliştirdiğiyle ilgili güçlü çalışmalar, eğitimde STEM alanında yapılacak reformların ne denli önemli olduğunu göstermektedir. STEM öğretimi, öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerini geliştirmek için fırsatlar sunmaktadır (Sanders 2009). Literatür incelendiğinde STEM öğretiminin problem çözme, karar verme, eleştirel düşünme gibi becerilerin yanı sıra öğrencilerin tutum, ilgi, motivasyon gibi duyuşsal özelliklerinin gelişimine de katkı sağladığı görülmektedir (Garibay 2015, Banks ve Barlex 2020). Tüm bunlar göz önüne alındığında STEM öğretiminin önemi ortaya çıkmaktadır. STEM'in disiplinler arası bir yaklaşımı benimsemesi nedeniyle bütünsel öğrenimi ve öğretimi önemlidir (Becker ve Park 2011). National Academy of Engineering [NAE] ve National Research Council [NRC] (2014), STEM öğretime olanak tanıyan disiplinler arası yeni öğretim yaklaşımlarına ihtiyacın olduğunu belirtmektedir.

Yapılan STEM çalışmaları ABD ve Avrupa'da ses getirmiş gerek geliştirmeye açık gerekse eğitime entegrasyonu çokça tartışılmıştır. STEM'in entegrasyonu öğrencinin anlamlı öğrenmesi, sürece aktif katılımı, öğrenci başarısı gibi birçok durumla yakından ilişkilidir. Millî Eğitim Bakanlığı [MEB] (2016), STEM öğretiminin bütünsel öğretilmesinin öğrencilerin soran, araştıran, keşfeden bireyler olmasına olanak

sağladığını vurgulamaktadır. Son zamanlarda ise bilimin; teknoloji, matematik ve mühendislik disiplinleriyle gerçek dünyada nasıl etkileşim halinde olduğuna fazlaca vurgu yapılmaktadır (Johnson ve Czerniak 2023). STEM yetkinliğine yönelik artan talep ve STEM mesleklerine olan ihtiyaç STEM öğretiminin kalitesine yönelik yapılan çalışmaların artmasına neden olmuştur (Kennedy ve Odell 2014).

STEM alanında yapılan çalışmalar yoğun bir şekilde devam etmesine rağmen hala araştırmaya açık birçok yönü bulunmaktadır (Hiğde vd. 2020). STEM'in derslere entegrasyonunun ve organizasyonun nasıl sağlanması gerektiği ile ilgili çalışmalar alan yazında büyük bir yere sahiptir (NAE ve NRC 2014). Buna karşı STEM eğitimindeki ihtiyaçların neler olduğu, uygulamaların nasıl gerçekleşeceği ile belirsizlikler hala devam etmektedir (Sanders 2009, Falloon vd. 2020, Hiğde vd. 2020). Böylelikle araştırmaya açık birçok konu gün yüzüne çıkmaktadır. Başarılı bir öğretim için öğretmenlerin nasıl bir yaklaşım izleyeceği önemli konulardan biridir (Vescio vd. 2008). Gelişen teknoloji ile birlikte, ekonomik rekabetin artması ve çağdaş taleplerin karşılanabilmesi için nitelikli STEM öğretimine gereksinim duyulmaktadır (Bøe vd. 2011).

Guzey vd. (2019) öğretmenlerin sınıf ortamında STEM uygulamalarını entegre edebilmeleri için desteğe ihtiyacı olduğunu belirtmiştir. Roehrig vd. (2012), fen bilgisi öğretmenlerinin derslerine STEM'i entegre etmede yeterli tecrübeye sahip olmadıkları sebebiyle bu yönlü araştırma alanlarının hızlanması gerektiğini savunmaktadır. Ayrıca STEM etkinlikleri geliştirme ve uygulamaya yönelik çalışmalara ihtiyacın olduğu vurgulanmaktadır (Daugherty vd. 2014). Öğretmenlerin bilime ilişkin içerik bilgisinin artmasının, öğrenci başarısına katkı sağladığını gösteren çalışmalar mevcuttur (Druva ve Anderson 1983, Wayne ve Youngs 2003). Entegre STEM uygulamaları, öğretim amaçları ve içeriğiyle uyumlu olması beklenmektedir (Stains ve Vickrey 2017). Bu konuda büyük bir sorumluluk ise öğretmenlere düşmektedir. Literatürde, STEM öğretiminin kalitesini arttırmaya yönelik öğretmen eğitimlerine odaklanılması gerektiği üzerinde durulmuştur (Bozkurt Altan ve Ucuncuoglu 2019). Öğretmenlerin ders içeriğini planlama ile ilgili gelişme göstermeleri, entegre STEM öğretimini geliştirme konusunda kritik bir öneme sahiptir (Guzey vd. 2016a). Öğretmenlerin STEM öğretimi konusunda zorlandıklarıyla ilgili sonuçlar raporlanmıştır. Meslek hayatlarında bu tür zorluklarla karşılaşmamaları

için hizmet öncesi STEM eğitimleri ön plana çıkmaktadır. Hizmet öncesinde alınan eğitimlerin adayların gelecek mesleklerinde süreç hakkında yaşanması muhtemel sorunları önceden fark etme gibi yararlar sağlayacağı literatürden bilinmektedir.

Literatür incelendiğinde hizmet içi ve hizmet öncesinde gerçekleştirilen STEM eğitimlerinin, eksikliklerin fark edilmesinde önemli bir role sahip olduğu belirtilmiştir (Srikoom vd. 2018). MEB (2018), öğretmen adaylarının hizmet öncesi eğitimde disiplinleri ayrı ayrı gördüklerini ve bu nedenle disiplinleri entegre etmede zorluk yaşadıklarını raporlamıştır. Türk vd. (2018) ise yaptıkları ihtiyaç analizinde fen bilgisi öğretmen yetiştirme programlarında STEM öğretime yönelik derslerin bulunmadığı ve programa, farklı disiplinlerin entegre edilmesine yönelik çalışmaların yapılmadığı sonucuna ulaşmıştır. Bilim, matematik ve teknolojinin etkili öğretimi için bireylerin, içerik ve pedagojik alan bilgisini de kapsayan hizmet öncesi eğitimlere ihtiyaç vardır (Sanders 2009). Öğretmenlerin STEM uygulamalarında aksaklıklar yaşamamaları hizmet öncesi STEM eğitimleriyle yakından ilişkilidir (Bozan ve Kaya Capocci 2022). STEM derslerini planlama ve yürütme deneyimi, öğreticinin içerik ve pedagojik bilgilerine olumlu katkıda bulunmaktadır (Maiorca ve Mohr-Schroeder 2020, Correia ve Baptista 2022).

Öğretmen adaylarının STEM ders planı hazırlama sürecinde; tutumları, öğretim yönelimleri ve bilgi işlemsel düşünme becerilerindeki değişimi inceleyen çalışmaya rastlanmamıştır. Bilgi işlemsel düşünme becerileri ve STEM arasında güçlü bir ilişkinin olduğu son zamanlarda literatürde oldukça fazla vurgulanmaktadır. Disiplinler ile bilgi işlemsel düşünme entegrasyonunu nasıl sağlanması gerektiğiyle ilgili daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır (Mumcu vd. 2023) fakat plan geliştirme sürecinin bu becerileri geliştirip geliştirmediği ile çalışmaya rastlanmamıştır. Buna karşın adayların bu becerileri geliştirmeleri gelecek meslek hayatlarına fayda sağlayacağı bilinmektedir. Her derste olduğu gibi sürecin iyi ilerlemesi ders öncesi hazırlığa bağlıdır. Ders öncesinde hazırlanan ders planları, dersin verimli geçmesine yardımcı olmaktadır. Benzer olarak STEM öğretimi esnasında da ders planlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Yapılan araştırmalar adaylar ile ders planı geliştirmeyle ilgili konulara vurgu yapmaktadır. Adayların ders planı gelişimlerine odaklanan daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulduğu belirtilmiştir.

Alan yazından yola çıkarak hizmet öncesi dönemde STEM öğretimi ve ders planı tasarlama sürecinin araştırmaya değer bir konu olduğu tespit edilmiştir. Bu bağlamda STEM öğretiminin bu denli önemli olmasına karşın fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM'e yönelik ders planı geliştirmeleri ve sınıf içinde uygulamaları için yeterli araştırma ve incelemenin olmaması bir problem durumu olarak görülmüş olup aynı zamanda araştırmanın çıkış noktası olarak kabul edilmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının STEM ders planı geliştirme ve uygulamalarında nicel-nitel verilerin birbirini desteklediği deneysel sürece yönelik çalışmaya rastlanmaması, alan yazında bir eksiklik olarak tespit edilmiştir. Bu problem durumu çerçeve olarak kabul edilerek alt problemler ve araştırmanın ana problemi belirlenmiştir.

1.2 Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı; STEM ders planı geliştirme ve uygulama sürecinin fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM'e yönelik tutumlarına, entegre STEM öğretim yönelimlerine ve anlayışlarına, bilgi işlemsel düşünme becerilerine etkisini incelemek ve bu süreçte hazırlanan STEM ders planlarındaki değişimi tespit etmektir. İç içe karma desen olarak tasarlanan bu araştırmada; müdahalenin etkisini belirlemek amacıyla nicel verilerin, katılımcıların entegre STEM anlayışlarını ve hazırladıkları STEM ders planlarındaki değişimi derinlemesine incelemek amacıyla da nitel verilerin toplanmasına karar verilmiştir.

Bu amaç doğrultusunda araştırmanın problemleri “STEM ders planı geliştirme ve uygulama sürecinin fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM tutumlarına, entegre STEM öğretim yönelimlerine ve bilgi işlemsel düşünme becerilerine etkisi nedir?” ve “Bu süreç katılımcıların entegre STEM anlayışlarına ve hazırladıkları STEM ders planlarına nasıl etki etmektedir?” olarak belirlenmiştir. Bu bağlamda araştırmanın alt problemleri şu şekildedir:

1. STEM ders planı geliştirme ve uygulama sürecinin fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM'e yönelik tutumlarına etkisi nedir?

- Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEAM Tutum Ölçeğinden aldığı ön test puanları ile son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?
- Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEAM Tutum Ölçeği alt boyutlarına ilişkin ön test ile son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?
- 2. STEM ders planı geliştirme ve uygulama sürecinin fen bilgisi öğretmen adaylarının entegre STEM öğretimi yönelimlerine etkisi nedir?
 - Fen bilgisi öğretmen adaylarının Entegre FeTeMM Öğretimi Yönelim Ölçeğinden aldığı ön test puanları ile son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?
 - Fen bilgisi öğretmen adaylarının Entegre FeTeMM Öğretimi Yönelim Ölçeği alt boyutlarına ilişkin ön test puanları ile son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?
- 3. STEM ders planı geliştirme ve uygulama sürecinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilgi işlemsel düşünme becerilerine etkisi nedir?
 - Fen bilgisi öğretmen adaylarının Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeğinden aldığı ön test puanları ile son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?
 - Fen bilgisi öğretmen adaylarının Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği alt boyutlarına ilişkin ön test puanları ile son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?
- 4. STEM ders planları geliştirme ve uygulama süreci fen bilgisi öğretmen adaylarının entegre STEM anlayışlarını nasıl etkilemektedir?
- 5. STEM ders planı geliştirme ve uygulama süreci fen bilgisi öğretmen adaylarının hazırladıkları entegre STEM ders planlarının niteliğine nasıl katkı sağlamaktadır?

1.3 Araştırmanın Önemi

Eğitimdeki reformlar, bilim ve teknolojinin gelişmesiyle birlikte daha da hızlanmıştır (Akgündüz vd. 2015). Yapılan güncellemelerle birlikte öğrencinin; problem çözme, yaratıcı düşünme, eleştirel düşünme, bilgi işlemsel düşünme gibi 21. yüzyıl becerilerini geliştirmek ve bilim okuryazarı bireyler yetiştirmek hedeflenmektedir (NRC 2011). Öğrenciyi merkeze alan ve gelişimini destekleyen yapılandırmacı yaklaşım, birçok eğitim reformunun büyük bölümünü oluşturmaktadır. Öğrenciyi aktif kılan, araştırma ve

sorgulamasına olanak tanıyan ayrıca günlük yaşamla konular arasında ilişki kurmasını sağlayan yapılandırmacı yaklaşımı temel alan uygulamalardan biri de STEM eğitimidir (Sanders 2009). Son yıllarda birçok ülkenin eğitim dönüşümlerinde STEM eğitime vurgu yapılmakta ve üzerinde iyileştirilmeler yapılmaya devam edilmektedir (Bøe vd. 2011, Manly vd. 2018).

Literatür incelendiğinde STEM eğitiminin önemi birçok çalışmada ifade edilmiştir (King ve Wiseman 2001, Stohlmann vd. 2012, Guzey vd. 2016b, Batı vd. 2017, Shernoff vd. 2017, Thibaut vd. 2018a). Aynı zamanda öğrencilerin STEM ilgilerini arttırmak için kaliteli STEM uygulamalarına ihtiyaç vardır (Shahali vd. 2015). STEM eğitiminin niteliği ile öğrencilerin akademik başarıları arasında büyük bir ilişki bulunmaktadır (Yıldırım 2020). Öğretmenin içselleştiremediği hiçbir reform girişimi başarılı olamamakta ve bu reformlar sınıf ortamına aktarılamamaktadır (Alan vd. 2019). Öğretmenlerin derslerine STEM'i entegre etmeleri oldukça önemlidir. Eckman vd. (2016), öğretmenlerin entegre STEM öğrenimine özgü yeterli pedagojik bilgi birikimine sahip olması gerektiğini belirtmiştir. Sınıflarda STEM eğitiminin öğrencilere 21. yüzyıl becerileri gibi yeni beceriler kazandırdığı bilinmektedir. Öğretmenlerin entegre STEM müfredatını başarılı bir şekilde tasarlaması ve uygulayabilmesi için eğitilmesi gerekmektedir (Aldahmash vd. 2019, Ergün ve Kıyıcı 2019). Aynı zamanda entegre STEM eğitiminin geliştirilmesi sürecinde yaşanan zorlukların ve engellerin tespit edilmesi önemlidir (Stohlmann vd. 2012). Günümüzde STEM eğitime yönelim artmış olmasına rağmen hizmet öncesi ve hizmet içi öğretmen eğitimi programları entegre STEM'den yoksundur (O'Brien vd. 2014, Shernoff vd. 2017).

Öğretmenlerin STEM öğretme tasarımını geliştirmeleriyle ilgili çalışmalar oldukça sınırlıdır (Wu vd. 2019). Ring-Whalen vd. (2018), öğretmenlerin entegre STEM eğitimi sınıflarında nasıl ele aldıklarının ve STEM uygulamalarını incelemenin önemli olduğunu belirtmektedir. Bunun yanı sıra sınıflarında diğer disiplinleri derslerine nasıl entegre edecekleri de öğretmenler için önemli zorluklardan biridir (Çolakoğlu ve Günay Gökben 2017). Öğretmenlerin disiplinler arası bir dersi tasarlamak için gerekli bilgi ve beceriler konusunda yetersiz olduğu raporlanmaktadır (Jho vd. 2016, Wu vd. 2019, Mumcu vd. 2023). Türk vd. (2018) çalışmalarında; öğretmenlerin, STEM eğitiminde

ders planlama ve uygulamaya yönelik yeterli mesleki donanıma sahip olmaları gerektiğini vurgulamıştır. STEM’de tasarım ve uygulama yapacak nitelikli öğretmenlerin eksikliği göz önüne alındığında entegre STEM öğretimleri, öğretmen adaylarının mesleki gelişimleri için oldukça önem arz etmektedir (Stohlmann vd. 2012, Alan vd. 2019, Wu vd. 2019). STEM öğretiminin temellerinin iyi bir şekilde atılması ve süreçte oluşabilecek boşlukları en aza indirmek için öğretmen adayı eğitimlerine odaklanılması gerekmektedir (Kartal ve Tasdemir 2021).

Literatürde STEM’e yönelik hizmet içi ve hizmet öncesi eğitimlerin yetersiz olduğundan bahsedilmektedir (Tripp ve Rich 2012, Knipprath vd. 2018, Margot ve Kettler 2019). STEM üzerine bir ders planı tasarlamak, STEM öğretiminde önemli bir beceri gerektirir ve bu becerinin hizmet öncesi dönemde, sistematik bir eğitimle yürütülmesi önem arz etmektedir (Ergün ve Kıyıcı 2019, Wu vd. 2021). Kim vd. (2015), gelecekteki araştırmalar için STEM ders planını tasarlama ve uygulama ile ilgili araştırmalara yer verilmesi gerektiğini vurgulamıştır. Entegre STEM öğretimi programlarının lisans döneminde daha etkili işlenmesi dahası öğretmen adaylarının süreci deneyimlemelerine ve gözlemlmelerine yönelik çalışmalara ihtiyacın olduğu bilinmektedir (Stohlmann vd. 2012, Falloon vd. 2020, Aydın vd. 2021). Buna karşın öğretmen adaylarının STEM tasarımı geliştirmeleri ve uygulamalarına yönelik yapılmış çalışmalar oldukça sınırlıdır (Kim vd. 2015, Bozkurt Altan ve Ucuncuoglu 2019, Ergün ve Kıyıcı 2019, Deniz Çeliker 2020, Kendaloğlu 2021, Wu vd. 2021, Çiftçi vd. 2022). Bu alanda yapılan çalışmalarda ise adayların STEM ders planı tasarlama ve uygulamalarında zorluklar yaşadığı ve bu konuda yeterli olmadıkları raporlanmıştır (Ryu vd. 2019, Wu vd. 2019, Wu vd. 2021). Hizmet öncesi dönemde STEM ders planı geliştirme sürecini deneyimlemek, gerçek sınıf ortamında öğrencilere daha iyi rehberlik etme fırsatı sunabilir (Luehmann 2007).

Öğretmen adaylarının STEM’e yönelik tutumlarını belirlemek, gelecekteki davranışsal niyetleri ve STEM öğretimini uygulama eğilimleri hakkında bilgi vererek entegre STEM ile ilgili ne ölçüde desteğe ihtiyaçlarının olduğunu belirlemeye yardımcı olabilir (Tseng vd. 2013, Lin ve Williams 2016, Thibaut vd. 2018b). Adayların STEM’e yönelik tutumlarını geliştirmek için neler yapılması gerektiği ve STEM tutumlarındaki gelişimin gelecek sınıflarında STEM öğretimi hakkında bilgileri ön görmede önemli olduğu

unutulmamalıdır. STEM öğretim kalitesini arttırmak için çalışılması gereken konulardan bir diğeri de öğretmen adaylarının STEM öğretiminde bilgi, kavram ve anlayışlarıdır. STEM'in disiplinler arası yapısını kavramak öğretmen adaylarının meslek hayatları için elzemdir (Coşkun ve Özkaya 2020). STEM öğretim programının geliştirilmesine yönelik vurgular neticesinde öğretmen ve öğretmen adaylarının STEM anlayışlarını belirleme ihtiyacı doğmaktadır (Ring vd. 2017). Öğretmen adaylarının tutumlarını, ilgilerini, deneyimlerini, öğretim yönelimlerini araştırmak ve bu sonuçlar üzerinde öğretimde yeniliklere gidilmek bakımından oldukça önemlidir. Literatür incelendiğinde ise STEM öğretimi yönelimini inceleyen çalışmaların oldukça sınırlı olduğu (Hiğde vd. 2020) var olan çalışmaların da öğretim yönelimlerini etkileyen unsurları araştırmadığı görülmüştür. Oysaki öğretmen adaylarının öğretim yönelimlerinin değişim ve gelişmelerini tetikleyen unsurları belirlemek büyük bir öneme sahiptir. Öğretmen ve aday öğretmenlerin STEM'e yönelik tutum, beceri, anlayış geliştirmeleri ve STEM öğretimine yönelik ders planı geliştirmeleri oldukça büyük bir öneme sahiptir.

Literatürde öğretmen ve öğretmen adaylarının STEM tutumlarıyla ilgili (Adams vd. 2014, Huziak-Clark vd. 2015, Knipprath vd. 2018, Şahin 2019, Deniz Çeliker 2020, Kartal ve Tasdemir 2021), STEM öğretim yönelimleriyle ilgili (Lin ve Williams 2016, Radloff ve Guzey 2017, Alan vd. 2019, Timur ve Belek 2020, Özkızılcık ve Cebesoy 2020, Deniz Çeliker 2020, Wu vd. 2021, Dare vd. 2021, Spikic vd. 2022, Hiğde 2022, Bulut vd. 2022), bilgi işlemsel düşünme becerileri ile ilgili (Yadav vd. 2014, Sands vd. 2018, Günbatar ve Bakırcı 2019, Tankiz ve Atman Uslu 2022, Huang vd. 2022, Voon vd. 2023), STEM anlayışlarıyla ilgili (Arslanhan ve İnaltekin 2020, Yip 2020), hazırladıkları STEM ders planlarıyla ilgili (Estapa ve Tank 2017, Bozkurt Altan ve Ucuncuoğlu 2019, Ryu vd. 2019, Yip 2020, Maiorca ve Mohr-Schroeder 2020, Burton vd. 2022, Aydın Gunbatar vd. 2022, Anabousy ve Daher 2022, Kruatong vd. 2022, Kurt ve Benzer 2022, Çiftçi vd. 2022) çalışmalar mevcuttur. STEM ders planı geliştirme ve uygulama sürecinin bu değişkenler üzerindeki etkisini inceleyen çalışmaya rastlanmamıştır. Geleceğin STEM öğretiminde öğretmen adaylarının lider konumda olduğunu düşündüğümüzde adaylar ile yapılacak çalışmaların kayda değer olduğunu söylemek mümkündür. Öğretmen adaylarının hizmet öncesi dönemde STEM öğretimini deneyimleme fırsatı sağlamak

kariyerleri için önemli bir adım olacaktır. Alan yazındaki bu önemli boşluğu doldurması beklenmektedir.

STEM öğretiminin etkili olmasında büyük bir önem de fen bilgisi öğretmen ve aday öğretmenlerinin niteliğini bağlar. Bilimin öğretiminde matematik, teknolojinin ve mühendislik disiplinlerini de içine alan bir yaklaşımın benimsenmesi fen eğitiminde oldukça büyük bir öneme sahiptir (Yamak vd. 2014). Bir başka deyişle yapılan çalışmalar mühendislik tasarım sürecinin de içinde olduğu fen eğitimi savunmaktadır (NRC 2011). Bu durum da STEM öğretiminin fen eğitimindeki önemini göstermektedir. Bilimin matematik ve mühendislik disiplinleriyle olan yakın ilişkisi, STEM'in fen bilimleri dersine entegre edilmesinin önemini gözler önüne sermektedir. Buna karşın STEM'i fen bilimleri derslerinde etkin olarak uygulayan öğretmen eksikliği dikkat çekmektedir (Arslanhan ve İnaltekin 2020). Öğretmen ve aday öğretmenlerin bu konuda donanımlı olması için desteklenmesi önemlidir. Ayrıca adaylara, matematik ve fen bilimleri öğretim programlarının birbiriyle olan bağlamsal ilişkilerini tanıtmak önemlidir (Frykholm ve Glasson 2005). Günümüzde STEM öğretimine hazır bireylerin fen eğitimi sistemine dahil edilerek STEM öğretiminin kalitesine vurgu yapılmaktadır (Günbatar ve Bakırcı 2019).

Tüm bunlar göz önüne alındığında fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM ders planı geliştirme ve uygulamayla ilgili araştırmaların yetersiz olduğu görülmektedir. Bu araştırmanın; STEM ders planı geliştirme ve uygulama sürecinde fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM tutumlarındaki, STEM öğretim yönelimlerindeki ve bilgi işlemsel düşünme becerilerindeki değişim hakkında bilgiler sunacağı düşünülmektedir. Ayrıca bu sürecin öğretmen adaylarının hazırladıkları STEM ders planlarının niteliğine katkısını belirlemek ile ilgili literatürdeki boşluğu dolduracağı tahmin edilmektedir. Adayların STEM'e yönelik tutum ve becerilerini geliştirmeyi hedefleyen bu tür hizmet öncesi öğretmen eğitimlerinin, öğretmen yetiştirme programına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Önceki araştırmalara dayanarak öğretmen adaylarının STEM ders planı geliştirme deneyimlerinin entegre STEM öğretiminin gelişimine olumlu yönde etkileyeceği ve araştırma sonuçlarının öğretmen adaylarına verilecek STEM eğitimi ile ilgili yapılacak çalışmalara katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

1.4 Araştırmanın Varsayımları

Araştırma aşağıda belirtilen durumların geçerli olduğu varsayılarak gerçekleştirilmiştir.

- Çalışma grubundaki öğretmen adayları; uygulanan tüm veri toplama araçlarını kendi istekleri doğrultusunda, kendilerini yansıtarak samimi olarak cevaplandırmıştır.
- Çalışmada kullanılan veri toplama araçları, araştırmanın amacına ulaşmada uygun niteliktedir.
- Kontrol altına alınamayan diğer değişkenler, çalışma grubundaki tüm bireyleri eşit olarak etkilemektedir.
- Araştırmacı çalışmayı ön yargılardan arınmış olarak gerçekleştirmiştir.
- Çalışmanın nitel boyutunda araştırmaya katkı sağlayan uzmanlar samimi ve içten dönütler vermiştir.

1.5 Araştırmanın Sınırlıkları

Araştırma, aşağıda belirtilen sınırlılıklar çerçevesinde gerçekleştirilmiştir.

- 2022-2023 eğitim-öğretim yılı güz döneminde Ege bölgesinde bulunan bir üniversitede öğrenim gören 3. sınıf 34 fen bilgisi öğretmen adayı ile sınırlıdır.
- 16 haftalık STEM ders planı geliştirme ve uygulama süreci ile sınırlıdır.
- Kullanılan veri toplama araçları ve verileri ile sınırlıdır.

2. LİTERATÜR BİLGİLERİ

Bu bölümde, araştırmanın kavramsal çerçevesi ve ilgili araştırmalar ile bilgiler yer almaktadır.

2.1. Kavramsal Çerçeve

Araştırmanın kavramsal çerçevesi kapsamında STEM öğretimi, entegre STEM öğretimi, entegre STEM öğretim yönelimi, öğretmen yetiştirme programında STEM öğretimi, STEM öğretimi ve ders planı, STEM’e yönelik tutum, STEM öğretim anlayışı, bilgi işlemsel düşünme becerileri, bilgi işlemsel düşünme becerileri ve STEM öğretimi konuları ele alınmıştır.

2.1.1 STEM Öğretimi

STEM, “Science, Technology, Engineering, Mathematics” kelimelerinin baş harflerinden oluşan disiplinler arası öğrenme yaklaşımıdır (Gonzalez ve Kuenzi 2012, Li 2014, Yıldırım ve Altun 2015). Johnson (2013) ise teknoloji, mühendislik, fen ve matematiği bütünleştiren disiplinler arası temeline dayanan 21. yüzyıl becerilerinin de kazandırılmasına yardımcı olan öğretim yaklaşımı olarak tanımlamıştır. Ülkemizde yapılan çalışmalar incelendiğinde STEM yerine FeTeMM (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) olarak adlandırıldığı da görülmektedir (Bozkurt Altan vd. 2016, Hacıömeroğlu ve Bulut 2016). STEM, küresel ekonominin yanı sıra öğrencinin öğrenimine de büyük oranda katkı sağlama potansiyeline sahiptir.

STEM öğretimi, gerçek hayat problemlerini disiplinler arası bir bakış açısıyla ele alarak bütüncül bir yaklaşımı hedeflemektedir (Holmlund vd. 2018, Çakır vd. 2019, Ryu vd. 2019). Gerçek hayat problemleri, farklı disiplinleri bünyesinde bulunduran ve farklı çözüm yollarıyla bireye beceri kazandırmaya olanak sağlar (Beane 1995). Bir başka deyişle STEM, disiplinlerin gerçek bir hayat problemi ile birleştirildiği öğrenme yaklaşımıdır (Moore vd. 2014). STEM öğretimi, 21. yüzyıl becerilerini kazandırma konusunda önemli bir rol üstlenmektedir (Aydeniz ve Bilican 2018). Gerçek mühendislik

problemleri genellikle karmaşıktır ve bu süreçte fen bilimleri ve matematik uygulamaları gerektirir (Yip 2020). Problemlerin gerçek yaşam bağlamında temellendirilmesi öğrencilerin gündelik hayat ile bağlantı kurmalarına olanak sağlamaktadır (Brophy vd. 2008, Stohlmann vd. 2012). STEM öğretimi karşılaşılan problem karşısında bütüncül bir anlayış geliştirmeyi amaçlamaktadır (Şahin vd. 2014). Disiplinler arası bir öğretim programı eleştirel düşünme, öğrenci deneyimleriyle bağlantı kurma, problem çözme gibi bilgi ve becerileri içinde barındırır (Beane 1991). Entegre öğretim programı için STEM, umut verici bir yaklaşımdır (Tseng vd. 2013).

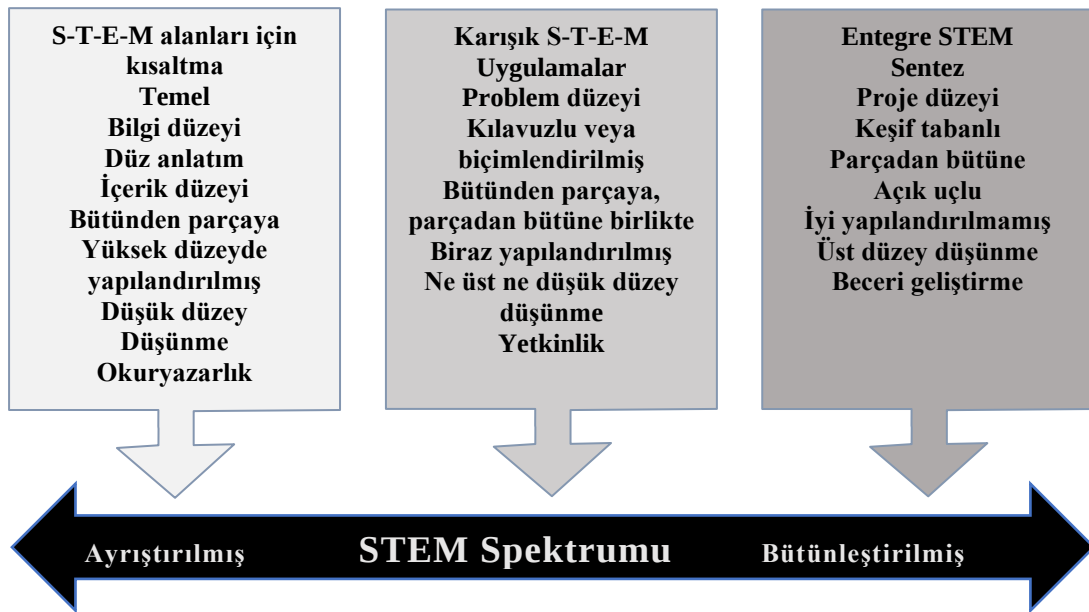
STEM öğretiminde uygulamalar üç farklı yaklaşımı ele alarak kullanılmaktadır. Bu yaklaşımlardan ilki silo yaklaşımıdır. **Silo yaklaşımı** disiplinlerin ayrı ayrı öğretilmesine dayanır. Öğretilen disiplinin diğer disiplinlerle entegrasyonuna yeterince yer verilmez (Breiner vd. 2012). Bu yaklaşımda öğretmen süreçte aktif rol almasının yanı sıra STEM'in her bir bileşeni ayrı ayrı işlenmesi nedeniyle STEM'in doğasına uygun olmadığı ile ilgili eleştiriler bulunmaktadır. Literatürde yer alan diğer yaklaşım olan **gömülü yaklaşım**, gerçek problemler ile bu problemlerin çözülmesi aşamalarına dayanan bir yaklaşımdır. Bu yaklaşımda temelde olan bir disiplin ve en az bir tane de temelde olan disipline kaynaklık eden başka bir disiplin mevcuttur. Gömülü yaklaşım, silo yaklaşımına göre daha çok kabul görmektedir. Buna karşın disiplinlerin iç içe veya bütünleşik olmaması, öğrencilerin öğrenimi açısından kopmalara neden olması konusunda eleştirilmektedir. Üçüncüsü yaklaşım ise **entegre (bütünleşik)** yaklaşımdır. Bu çalışmada, entegre (bütünleşik) yaklaşım esas alınmıştır.

2.1.2 Entegre STEM Öğretimi

Sanders (2009), entegre STEM anlayışını birden fazla STEM disiplinini içinde barındıran öğrenme ve öğretim yaklaşımı olarak ifade etmektedir. Moore vd. (2015) ise “mühendislik uygulamalarının ve ilgili teknolojilerin mühendislik tasarımının entegrasyonu yoluyla bilim ve/veya matematiği içeren disiplin bilgisi içeriğinin ve uygulamalarının öğretilmesi ve öğrenilmesi” olarak tanımlamaktadır. Nadelson ve Seifert (2017)'e göre problem tabanlı bir ortamın içinde çeşitli disiplinleri bir arada kullanarak içerik ve bilginin birleştirilmesi olarak ele almaktadır. Doğada meydana gelen olaylar

incelendiğinde farklı disiplinlerin bir arada görülür. Oysa öğretim programları incelendiğinde disiplinler, öğrencilere bir bütün olarak değil de ayrı ayrı sunulur. Bu durum öğrencilerin gerçek yaşam problemlerinde farklı disiplinleri bütünleştirmesinin önünde bir engel oluşturur. Entegre STEM ise bu durumun önüne geçerek disiplinleri bir bütün olarak görmeye olanak sağlar (Tseng vd. 2013). Disiplinler arası dahilinde en yeni yaklaşımlardan biri olan entegre STEM, disiplinlerin bir bütün olarak görülmesi için en verimli ortamın temellerini oluşturmayı hedefler (Ortiz-Revilla vd. 2020). Entegre STEM, içinde bulundurduğu dört disiplin arasındaki engelleri ortadan kaldırarak disiplinler arası bir öğretim ortamı oluşturan öğretim yaklaşımıdır (Wang vd. 2011).

Günlük hayatımızda karşılaştığımız yaşam problemleri birbirinden ayrı değil disiplinlerin bütününe kapsamaktadır (Beane 1995, Czerniak vd. 1999). Literatürde, multidisipliner ve disiplinler arası kavramlarını tavuklu erişte çorbası ve domates çorbası metaforuyla ilişkilendirmiştir (Lederman ve Niess 1997, Wang vd. 2011). Tavuklu erişte çorbasında her bileşeni doğrudan görmek mümkünken domates çorbası için bu durum geçerli değildir. Aynı domates çorbasının tüm bileşenlerinin bir bütün oluşturması gibi disiplinler arası yaklaşım da disiplinlerin kusursuz bir şekilde birbiriyle entegrasyonu ile mümkündür. Disiplinlerin birbirileri ile oluşturulmuş kusursuz bir bütün içinden bir disiplini doğrudan gözlemek pek olası değildir.



Şekil 2.1 STEM spektrumu (Nadelson ve Seifert 2017).

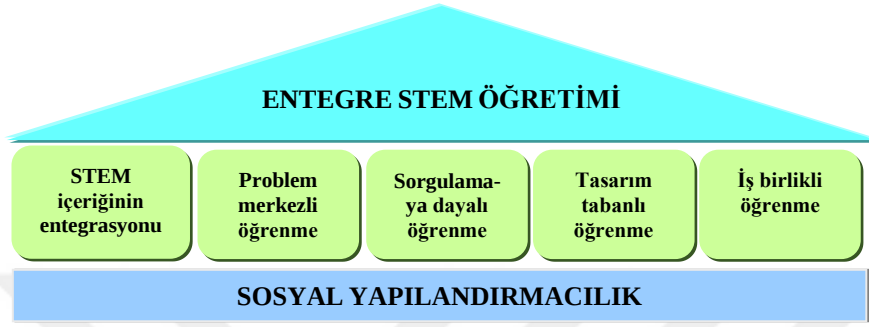
Öğrencilerin gerçek yaşam problemlerine maruz bırakılması, entegre STEM'in hedefe ulaşmak için izlediği yollardan biridir. Gerçek yaşam senaryoları içerisinde aynı anda birçok disiplini bir arada bulundurmaktadır. Doğada disiplinleri bir arada görmemiz fakat sınıf ortamında bu disiplinleri ayrı olarak işlenmesi öğrencilerin öğrendiklerini günlük hayat ile bağlantılar kurmasını engellemektedir. Entegre STEM; öğrencilerin gerçek dünyayı anlamalarını, problemleri çözmeleri için mühendislik becerilerini ve bilimi kullanmalarını gerektirmektedir.

Öğrencilerin STEM için motivasyonunu artırma potansiyeline sahip yaklaşım, entegre STEM öğretimidir (Thibaut vd. 2018a). Öğrenci merkezli olması, üst düzey düşünme ve problem çözme becerilerini geliştirmesi entegre öğretimin üstün özelliklerindendir (King ve Wiseman 2001). Entegre STEM öğretiminde gerçek yaşam, otantik bağlam ve disiplinlerin entegrasyonu öne çıkan kavramlardır (Zhou vd. 2020). Bu bağlamda öğrencilerin problem çözme, yaratıcı düşünme, olaylara eleştirel yaklaşımlarına yardımcı olmaktadır. Aynı zamanda hem STEM okuryazarlığını hem de STEM uzmanlaşmasını arttırmak için bir araç olarak önerilmektedir (Spikic vd. 2022). Entegre STEM öğretimi öğrencilerin yenilikleri keşfetmelerine olanak sağlayarak eleştirel düşünme, iş birliği ve iletişim becerilerini geliştirir (Shernoff vd. 2017).

Entegre STEM öğretiminin bahsedilen birçok avantajını olmasına rağmen uygulama aşamasında karşılaşılan zorluklar mevcuttur. Örneğin, öğretmenin STEM'i derslerine entegre etme konusunda yeterli inanca ve içerik bilgisine sahip olması gerekir. Benzer şekilde öğretimin nasıl gerçekleştirileceği de öğretmenler için diğer zorluklardan biridir. Bu durum için Stohlmann vd. (2012) entegre STEM çerçevesi kapsamında şu altı ilkeyi önermektedir:

- 1) Motive edici ve ilgi çekici bağlam
- 2) Mühendislik tasarım zorluğu
- 3) Yeniden tasarlamayla başarısızlıklar hakkında öğrenme deneyimi
- 4) Matematik ve bilim içeriğinin dahil edilmesi
- 5) Öğrenci merkezli pedagojiler
- 6) Takım çalışması ve iletişim

Thibaut vd. (2018a) ise öğrencilerin aktif ve deneyimlerin paylaşımlı olduğu sosyal yapılandırmacılıkla desteklenen entegre STEM öğretim çerçevesini şu beş ilke altında toplamıştır:



Şekil 2.2 Entegre STEM öğretim uygulamaları için teorik çerçeve (Thibaut vd. 2018a).

- **STEM içeriğinin entegrasyonu:** STEM disiplinlerinin öğrenme hedefleri, içerik ve uygulamalarının özümsemesi
- **Problem merkezli öğrenme:** Öğrenme ortamına otantik, açık uçlu, iyi yapılandırılmamış gerçek yaşam problemlerinin dahil edilmesi
- **Sorgulamaya dayalı öğrenme:** Öğrenenlerin yeni kavram ve anlayışları sorgulama yoluyla keşfetmelerini, etkinlikleri deneyimleme fırsatı sunan öğrenme ortamı
- **Tasarım tabanlı öğrenme:** Öğrenenlerin mühendislik tasarım süreci ve uygulamaları, disiplinler arası bir anlayışı derinleştirmeye olanak tanıyan tasarım görevlerini gerektirir.
- **İş birlikli öğrenme:** Öğrenenlerinin birbirleri arasında iletişim kurmaları ve takım çalışması yapma fırsatı sunması

Çalışmalar entegre STEM öğretiminin öğrenci merkezli yaklaşımları teşvik ettiğini ve matematik ile fen içeriğini daha gerçekçi ele aldığını bulmuştur (Stohlmann vd. 2012). Bilim disiplini çerçevesinde mühendislik tasarımını dahil etmenin hem öğrencilerin aktif olmasına hem de STEM ile ilgili kariyere olan ilgiyi artırma gücüne sahiptir (Guzey vd. 2016b). Mühendislik tasarım süreci, NRC (2012) tarafından öğretme-öğrenme uygulamaları için büyük potansiyel sunan tasarım döngüsü olduğu ifade edilmektedir.

Mühendislik tasarım süreci içinde bilim ve matematiği de barındırmaktadır. Bir başka deyişle mühendisliğin doğası gereği mühendislik tasarımları problemi çözmek için aynı zamanda bilimi ve matematiği kullanmayı gerektirmektedir (Lachapelle ve Cunningham 2014).

Son yıllarda bilim, matematik, mühendislik ve teknoloji alanlarının birleştirilmesine dayanan entegre STEM yaklaşımı oldukça önem kazanmıştır (Batı vd. 2017). Birçok ülke öğretmen eğitimi programlarında STEM disiplinlerini bütünleştirmeye yönelik çalışmalara odaklanmaktadır (Lederman ve Lederman 2013). Buna karşın STEM öğretiminde disiplinler arası entegrasyonunun nasıl gerçekleştirilmesi gerektiğiyle ilgili öğretim programlarında boşluklar bulunmaktadır (Falloon vd. 2020). Öğretmenler kendi alanları dışındaki disiplinleri derslerine nasıl entegre edecekleri konusunda zorluk yaşadıkları literatürde yapılan çalışmalardan bilinmektedir (Çolakoğlu ve Günay Gökben 2017).

Öğretim uygulamaları hakkında fikir birliği olmaması nedeniyle yeni öğretim stratejisinin uygulanması kolay değildir (Thibaut vd. 2018a). Bilim, matematik ve teknolojinin etkili öğretimi için bireylerin, içerik ve pedagojik alan bilgisini de kapsayan hizmet öncesi eğitime vurgu yapılmıştır (Sanders 2009). Öğreticinin kendi alanı dışında STEM'in diğer disiplinlerine de hâkim olması STEM öğretiminde disiplinlerin entegrasyonunu sağlamasına yardımcı olur. Öğretmenlerin sınıflarına STEM'i entegre edilebilmeleri için disiplinlere ait içeriğe de hâkim olması gerekmektedir (Estapa ve Tank 2017). Entegre STEM'in öğrencilerin bilişsel ve duyuşsal öğrenme çıktıları üzerindeki etkilerini araştırmak için daha fazla araştırmaya gerek olduğu literatürde çok defa bahsedilmiştir.

Mumcu vd. (2023), öğretmenleri gerçek hayat problemleri ile STEM disiplinlerini bütünleştirmeleri için diğer branş öğretmenleri ile iş birliği yapmaları gerektiğini savunmaktadır. Entegre STEM çok disiplinli alan bilgisinin yanında entegre pedagojik bilgiyi, tasarım odaklı düşünme becerilerini de gerektirmektedir (Lesseig vd. 2016). Bu durum öğretmenlerin meslektaşlarıyla iş birliği yapmasının yolunu açabilir.

2.1.3 Entegre STEM Öğretim Yönelimi

Öğretim yönelimleri, tutum ve farkındalık kavramlarıyla yakından ilişkilidir. Lin ve Williams (2016) entegre STEM öğretim yönelimini, öğretmen adaylarının STEM'i gelecekte sınıflarında kullanma ve uygulama olasılıklarını davranış niyeti olarak tarif etmiştir. STEM öğretim farkındalığı ve STEM'e yönelik tutum, öğrencilerin STEM öğretim yönelimlerini olumlu yönde etkileyebilir. Lin ve Williams (2016) STEM öğretim yönelimini; bilgi, değer tutum, sübjektif ölçüt, algılanan davranış kontrolü ve davranış yönelimi alt başlıklarında incelemiştir. STEM öğretim yönelimlerini belirlemek hizmet öncesi ve hizmet için eğitimlerin gözden geçirilmesi, STEM öğretim programlarının düzenlenmesinde yol gösterici olabilir (Hiğde vd. 2020). Hacıömeroğlu (2018), öğretim yöneliminin STEM tutumu hakkında bilgi verdiğinden bahsetmektedir. STEM öğretiminin kalitesi öğreticinin STEM'e yönelik becerileri ve yönelimleriyle ilişkilidir (Hacıömeroğlu 2018).

Öğretmen yetiştirme eğitiminin etkililiği, öğretmen adaylarının STEM öğretim yönelimlerini pozitif yönde etkileyebilir. 21. yüzyıl becerilerine sahip, sorgulayan, araştıran, problem çözme becerilerine sahip bireyler yetiştirmek için öğrencilerin STEM öğretiminin farkında ve önemini kavramış olmaları gerekmektedir. Bunun yanı sıra öğrencilerin pedagojik altyapıya sahip olmaları beklenmektedir. Lisans dönemi öğretmen yetiştirme programları aracılığıyla öğretmen adaylarının farkındalıklarını, STEM ilgilerini ve öğretim yönelimlerini olumlu yönde geliştirmek mümkündür.

2.1.4 Öğretmen Yetiştirme Programında STEM Öğretimi

Ekonomi, bilim, teknoloji veya sanayi gibi alanlardaki gelişmeler eğitim sistemini de yakından etkilemektedir ve eğitim sisteminin bu alanlardaki değişimleri göz önüne alınarak yeni modellerin benimsenmesi durumunu ortaya çıkarmaktadır. Eğitimdeki yeni model ve yaklaşımların işlevli olması öğretmenlerin konu hakkında bilgi, beceri ve deneyime sahip olmalarını gerekmektedir. Bu yeni modellerin veya yaklaşımların etkili kullanılmasında öğretmen kilit role sahiptir. Öğretmenlerin öğretimde kilit role sahip olduğu düşünüldüğünde hizmet içi ve hizmet öncesi eğitimlerin önemi bir kez daha ortaya

çıkılmaktadır.

Günümüzde yeni eğitim reformlarından biri STEM yaklaşımıdır. Öğretim programlarına STEM'in dahil edilmesi ile birlikte öğretmenlerin STEM öğretiminde yeterli ve donanımlı olması beklenmektedir. STEM öğretiminde yeterli beceriye sahip olmayan öğretmenlerin öğrenci performanslarında olumsuz etkiye yol açtığı ile ilgili çalışmalar mevcuttur (Han vd. 2015). Öğretmenlerin STEM öğretimi için yeterli donanıma sahip olmaları beklenmektedir. Ayrıca STEM öğretimi için gerekli koşulları önceden tespit ederek uygun şartları sağlayacak kişi de öğretmenlerdir. Öğretmenlerin STEM öğretimi için yeterli olmaları öğretim kalitesini doğrudan etkilemektedir. Literatür incelendiğinde STEM öğretiminde öğretmen faktörünün önemini vurgulayan çalışmalar mevcuttur. Bu sebeple öğretmenlerin hizmet öncesi dönemde STEM öğretimine yönelik eğitimler almaları oldukça önemlidir.

Öğretmen adaylarını entegre STEM öğretmeye hazırlamak oldukça önemlidir (NAE ve NRC 2014). STEM öğretme ve öğrenme kalitesi öğretmenin STEM öğretimini planlamasına ve tasarımına bağlıdır. Tasarımda disiplinler arası ilişkiyi kurma, bilimsel süreç ve düşünme becerilerine yer vermek STEM öğretiminin kalitesini olumlu yönde etkileyecektir. Öğretmen yetiştirme programlarına bakıldığında ise disiplinlerin bölümlere ayrıldığı ve bir bütün olarak işlenmesinin çok dışında olduğu görülmektedir. Bu nedenle öğretmen adayları entegre STEM öğretimini geliştirmek ve uygulamak için hazır değildir (Wu vd. 2021). Örneğin Adams vd. (2014), öğretmen adaylarının entegre STEM öğretimini deneyimlerinin STEM içeriğini öğrenme ve bu içeriği entegre bir şekilde öğretmeye hazırlamada yardımcı olduğunu bulmuştur.

21. yüzyıl şartlarında küresel rekabet içinde olan ülkelerin bu rekabette başarılı olmaları STEM alanlarındaki başarıya, bahsedilen başarı da öğretmen adaylarının hizmet öncesi dönemde STEM öğretimindeki gelişimiyle ilişkilidir (Epstein ve Miller 2011). Öğretmen adaylarına verilen STEM eğitimleri incelendiğinde genelde STEM içeriğine yönelik eğitimler olduğu görülmektedir. Oysaki öğretmen adaylarının STEM'i derslerine nasıl entegre etmeleri gerektiği ve öğretimi nasıl gerçekleştireceklerini öğrenmeleri de önemlidir. Bu öneriyi destekleyen çalışmalar literatürde mevcuttur (Vescio vd. 2008,

Corlu 2014, Srikoorn vd. 2018). Literatürde entegre STEM eğitiminin öğretmen yetiştirme programına katılan öğretmen adaylarının güçlü bir öğretim gücüne sahip olacağı vurgulanmaktadır (Stohlmann vd. 2012, Corlu 2014). Literatürde, öğretmenlerin STEM öğretimini tasarlama ve uygulamada sorunlar yaşadığı ile ilgili sonuçlar bulunmaktadır (Lertdechapat ve Faikhamta 2021). STEM öğretimine yönelik hizmet içi eğitimlere rastlamak mümkünken hizmet öncesi dönemde STEM öğretiminin tasarımına yönelik yapılan çalışmaların eksikliği göze çarpmaktadır. Öğretmen adaylarına STEM öğretimine yönelik eğitimlerin tasarlanması, bu konuda gereksinimlerin karşılanması için bir rehber olabilir. STEM öğretimi ile ilgili öğretmen gelişim programlarına rağmen öğretmenler, öğretme sürecinde zorluklarla mücadele ettikleri bilinmektedir (Lertdechapat ve Faikhamta 2021).

Yükseköğretim Kurumu (YÖK) Öğretmen Yetiştirme Programı incelendiğinde lisans düzeyinde STEM öğretimine yönelik derslerin kısıtlı olduğu göze çarpmaktadır. Bu eksiklik göz önüne alındığında öğretmen yetiştirme programlarına STEM öğretimi ve disiplinler arası öğretim içerikli derslerin lisans düzeyinde verilmesinin önemi ortaya çıkmaktadır. Örneğin Corlu (2014), öğretmen yetiştirme programlarında uzmanlık alanı STEM alan bilgisinin yanında STEM'in diğer disiplinleri hakkında bilgiyi içeren eğitimi önermiştir. Buradan yola çıkarak öğretmen yetiştirmede sadece alana özgü değil STEM'in diğer disiplinlerine ilişkin bilgi aktarımına elverişli programların gerekli olduğu söylenebilir. Bakıldığında STEM öğretiminde içeriğe hâkim olmanın dışında dersi tasarlama ve yürütme de bir o kadar önemlidir. Sadece STEM içeriğini ele alan yetiştirme programı, STEM öğretimi için yeterli değildir. Çünkü iyi bir öğretmenin aynı zamanda dersi tasarlama becerisinin de gelişmiş olması gerekmektedir. NAE ve NRC (2014) öğretmenlerin STEM pedagojik alan bilgilerinin yanı sıra dersi tasarlama ve planlama ile ilgili de donanımlı olması gerektiğini vurgulamaktadır.

2.1.5 STEM Öğretimi ve Ders Planı

STEM öğretiminde önemli olan konulardan biri de öğretimin nasıl tasarlanacağıdır. Ders planları, bu tasarlama öğretmene yol göstererek rehber rolünde olan materyaldir. Ders planları sayesinde dersin akışa uygun olması, zaman yönetimi ve etkinliklerin kazanım

doğrultusunda ilerlemesi sağlanır. Literatürde, STEM öğretimi için de farklı tasarımlar önerilmektedir. Örneğin Bybee (2019), entegre STEM öğrenimi tasarımında 5E (Engagement, Explore, Explain, Elaborate, Evaluate) öğretim tasarımının kullanılmasını önermektedir. 5E öğrenme modeli, STEM'in disiplinleri arasındaki bağlantıyı kurmaları için ders planlamayı kolaylaştıran bir yaklaşımdır (Çiftçi vd. 2022). STEM yaklaşımının 5E öğretim modeli ile kullanımı öğrencilerin konuya olan ilgisinin artmasına ve hayal gücünün gelişmesinde etkilidir (Hassan vd. 2019). Bybee (2019)'e göre STEM ve 5E öğretim yaklaşımı aşağıdaki şekilde entegre edilebilir:

Giriş: Öğretmen ders içeriğine uygun bir bağlam ile giriş yapar. Bilgi temelli hayat problemini (BTHP) içeren senaryoyu öğrencilere sunar. Bu senaryo merak uyandıran, STEM disiplinlerini kullanmaya teşvik eden durumlar dikkate alınarak belirlenir. Öğrenciler bu probleme yönelik olası çözümler hakkında tartışır.

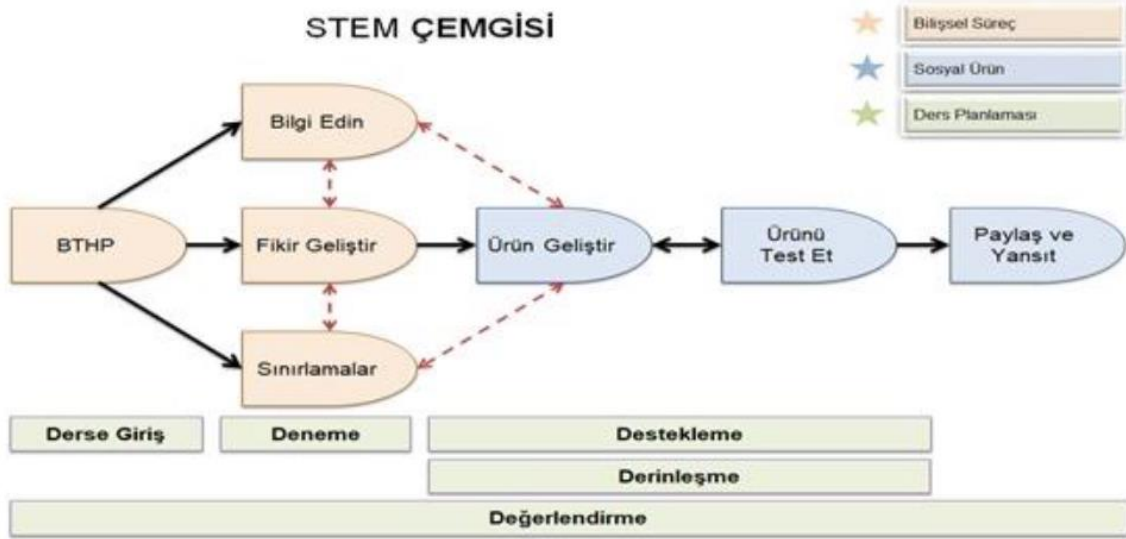
Keşfetme: Bu aşamada öğrenciler sunulan problem karşısında çözüm önerisi geliştirir, çözüm yollarını arar ve tartışırlar. Bilim, matematik, teknoloji ve mühendislik disiplinleriyle bağlantılar kurulur. Bu aşamada öğrencilerin yeni fikirler üretmeleri, problemi keşfetmeleri, araştırmalar yaparak önceki bilgileriyle yeni bilgileri arasında bağlantı kurmalarına izin verilir.

Açıklama: Öğrenciler çözüm önerilerini, çözüme ulaşmak için bilgi sahibi olmaları gereken konuları ve çözüme giderken izleyecekleri aşamaları diğer öğrencilere sunarlar. Bu aşamada gerekli araç ve teknolojiler sunma aşamasında kullanılır. Öğrenciler araştırmadan elde ettikleri sonuçlardan yola çıkarak STEM disiplinine ilişkin kavram, beceri ve uygulamalar hakkında gelişir.

Derinleştirme: Bu aşamada öğrenciler probleme yönelik çözümler geliştirir, prototip veya modeller ortaya çıkarırlar. Geliştirdikleri ürün veya çözüm önerileri test ederler. Öğrenciler derin bir anlayış ve yeterli beceri geliştirirler.

Değerlendirme: Bu aşamada biçimlendirici ve performans değerlendirmeleri, akran değerlendirmeleri yapılır. Sürecin her aşaması da dikkate alınarak bir değerlendirme

yapılır. Rubrikler, değerlendirme formları kullanılabilir. STEM disiplinleri hakkında öğrenme çıktılarına ulaşmaya yönelik öğrenci ilerlemesi takip edilerek değerlendirilir.



Şekil 2.3 STEM çemgisi (Çorlu, 2017).

Çorlu (2017)'nin geliştirmiş olduğu STEM öğrenme döngüsüne göre süreç dersin planlamasıyla başlamakla birlikte daha sonrasında bilişsel süreç ve sosyal ürün olarak ikiye ayrılmaktadır. Dersin planlaması 5D modeline göre hazırlanmıştır. 5E öğrenme halkasının aşamaları ile bütünleştirilmiş olduğu görülmektedir. İlk aşama, dersin giriş aşamasıdır. Bu aşamada bilgi temelli hayat problemi ile giriş yapılarak ilgi çekici ve motive edici bir bağlam oluşturulur. Deneme aşamasında öğrencilerin problemi keşfetmeleri, fikir ve çözüm önerileri geliştirmelerini kapsar. Destekleme ve derinleştirme aşamalarında ürün geliştirme ile ürünü test ederek öğrencilere çözüm önerilerini deneme imkânı sağlanır. En son aşamada ise çözüm önerileri akranları ile paylaşılır. Bu STEM çemgisinde dikkat çeken unsurlardan biri de değerlendirmenin her aşamada olmasıdır. STEM öğretiminde değerlendirmenin biçimlendirici ve performansa dönük, süreç odaklı olması gerektiği literatürdeki diğer çalışmalarda da vurgulanmaktadır (Guzey vd. 2016a, Walker vd. 2018).

Guzey vd. (2016a) entegre STEM öğretiminde ilgi çekici bir bağlam olması, mühendislik zorluğunu içinde barındırması, öğrenciyi merkeze alan öğretim stratejilerini içermesi, performans ve biçimlendirici bir değerlendirmeyi hedeflemesi ve disiplinlerin

entegrasyonuna vurgu yapmıştır. STEM ders planı değerlendirme için ise şu dokuz başlığı çerçeve olarak kabul etmişlerdir:

1. Motive edici ve ilgi çekici bağlam
2. Mühendislik tasarım zorluğu
3. Bilim içeriğinin entegrasyonu
4. Matematik içeriğinin entegrasyonu
5. Öğretim stratejileri
6. Takım çalışması
7. İletişim
8. Performans ve biçimlendirici değerlendirme
9. Organizasyon

2.1.6 STEM'e Yönelik Tutum

İlgi, tutum, motivasyon, kaygı gibi duyuşsal özellikler öğrenme başarısı üzerinde büyük ölçüde etki sahibidir (Gömlüksiz 2003). Tseng vd. (2013) de STEM tutumunun duygu ve ilgiden etkilendiğini savunmaktadır. Tutumdaki gelişim bireyi pozitif anlamda ilerlemesine yardımcı olacak bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır. STEM mesleklerine ilgi ile STEM tutumları arasında ilişki olduğunu belirten çalışmalar mevcuttur. Bilgi, beceri ve inançlar STEM eğitiminin temelini oluşturan yapılardır. Corlu vd. (2014) öğrencilerin STEM mesleklerine yönelik ilgilerinin artması geliştirdikleri tutum ile yakından ilişkili olduğundan bahsetmektedir. STEM'e yönelik tutum ve STEM mesleklerine olan ilginin gelecekte iş gücüne katılım sağlamada etkili olduğu bilinmektedir (Unfried vd. 2015). STEM'e yönelik olumlu tutum geliştiren öğrencilerin meslek seçimlerinde STEM alanlarını tercihlerini olumlu yönde etkilemektedir. Bu nedenle ortaokul seviyesinde STEM öğretimlerinin önemi oldukça büyüktür. Ayrıca STEM tutum, STEM mesleklerine ilgi ve kariyer ile ilgili niyetler arasında güçlü ilişkiler olduğu ile ilgili çalışmalar mevcuttur (Maltese ve Tai 2011). NRC (2011) de STEM tutumları, başarı ve kariyer ilgileri alanlarında yapılacak çalışmaların gerekliliğini vurgulamaktadır. Berger vd. (2020), öğrencinin ders başarılarının matematik ve fen bilimleri derslerine yönelik tutumlarıyla ilişkili olduğunu bulmuştur.

Öğrencinin gerçek problemler ile karşı karşıya kalması, çözüm önerileri geliştirmeleri, tasarımlar ortaya çıkarmaları STEM alanlarına yönelik olumlu tutum geliştirmede etkili olabilir. Öğrencilerin başarıları, tutum ve ilgilerini belirleyen faktörler arasında öğretim etkililiği ve öğretmen tutumudur. Bu öğretimin kaliteli gerçekleşmesinde önemli rolü olan öğretmenlerin de donanımlı olması beklenmektedir. Hizmet öncesi dönemde öğretmen yetiştirme programlarıyla öğretmen adaylarının STEM öğretime yönelik tutumları geliştirilerek katkı sağlanabilir. Öğrencilerin STEM algıları, ilgileri ve tutumları öğretmenin öğretimde istekliliği ile öğretime yönelik tutumuyla yakından ilişkilidir (Al Salami vd. 2017). Öğretmenlerin tutum ve inançlarının öğrencinin başarısında etkili olduğu ve bu tutumu geliştirmede öğretmen gelişim programlarıyla sağlanabileceği literatürde belirtilmektedir (Guskey 2002). Örneğin Al Salami vd. (2017) öğretmen gelişim programının, öğretmenlerin öğretim doyumlarındaki ve disiplinler arası öğretime yönelik olumlu tutum geliştirdikleri sonucuna ulaşmıştır. Hizmet öncesi dönemde öğretmeyi öğrenmenin öğretmen adaylarının inanç ve tutumlarını da doğrudan etkilediği bilinmektedir. Geliştirilen olumlu tutum STEM öğretimi sürecinde oldukça büyük bir öneme sahiptir.

2.1.7 STEM Öğretim Anlayışı

STEM öğretimindeki kalitenin belirleyici unsurlarından biri de öğretmenin bilgi ve inançlarıdır (Ring vd. 2017). Önceki araştırmalar incelendiğinde öğretmenlerin sınıf içi uygulamalarda kavramsallaştırma biçimlerinin öğrenme ortamı üzerinde etkisi olduğunu göstermektedir. Öğretmenlerin entegre STEM inanışlarını inceleyen çok az çalışma bulunmaktadır (Wang vd. 2011). Benzer olarak fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM ve STEM öğretim anlayışları üzerinde yapılan çalışmalar da oldukça kısıtlıdır (Arslanhan ve İnaltekin 2020). Entegre STEM öğretimi üzerinde reformlar gerçekleştirmek ve etkili yöntemleri belirlemek için öğretmen ve adayların anlayışlarını tespit etmek (Ring vd. 2017) dahası anlayışlarının nasıl gelişeceği hakkında çalışmalar yapmak gereklidir.

STEM öğretim uygulamalarında disiplinlerin bir bütün olarak ele alınması, gerçek yaşamla bağlantılar kurulması ve sorunlara çözüm geliştirilmesi esaslarına dayanan bir

yaklaşımıdır. Bu yönüyle baktığımızda öğretmenlerin entegre STEM öğretimi kavrayışlarını geliştirmek öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerini geliştirmelerinde etkili olabilir. Aynı şekilde öğretmenlerin kavrayışları; öğrencileri problem çözme, eleştirel yaklaşma, yaratıcılık, iletişim, takım çalışması gibi becerilerini geliştirmekte etkilidir (Ring vd. 2017).

2.1.8 Bilgi İşlemsel Düşünme Becerileri

“Computational Thinking” kavramı Türkçe alan yazınında “bilimsel düşünme”, “bilgisayarca düşünme”, “bilgi işlemsel düşünme” veya “hesaplamalı düşünme” olarak farklı şekillerde adlandırılmaktadır. Bu çalışma boyunca 21. yüzyıl becerilerine de vurgu yapması nedeniyle bilgi işlemsel düşünme olarak ifade edilmesi uygun görülmüştür. Bilgi işlemsel düşünmenin tanımı ilk olarak Wing (2006) tarafından yapılmıştır. Wing (2006)’e göre bilgi işlemsel düşünme; bilgisayar bilimine ait kavramlardan yararlanarak problem çözme, sistemler kurma ve insan davranışlarının anlama ile ilgili düşünsel süreçleri içeren bir kavramdır. Bunun dışında literatür incelendiğinde bilgi işlemsel düşünme ile farklı tanımlar da bulunmaktadır. Örneğin Aho (2012), bilgi işlemsel adımları ve hesaplamalı modelleri kullanarak sorunları formüle etme olarak tanımlamıştır.

Bilgi işlemsel düşünmenin hangi konuları kapsadığı ile ilgili henüz fikir birliği olmamasına rağmen (Brennan ve Resnick 2012) International Society for Technology Education [ISTE] (2019); “yaratıcı düşünme”, “eleştirel düşünme”, “iş birlikli öğrenme”, “algoritmik düşünme” ve “iletişim becerileri” ile etkileşim içinde olduğunu ifade etmiştir. Bilgi işlemsel düşünme içinde problem analizi, örüntü tanıma, soyutlama ve algoritmaları barındırmaktadır (ISTE 2019). Günlük yaşamı sürdürmekte gerekli olan analiz ve problem çözme becerileri ile yakından ilişkilidir. Günlük hayatta bir problemle karşılaşıldığında çözüme ulaşmak için bilgi işlemsel becerilerden faydalanılır (ISTE 2019). Bilgi işlemsel düşünme, 21. yüzyıl becerilerinden biri olan dijital okuryazarlığın alt becerilerinden bir tanesidir (Aumgrı ve Petsangsı 2019). Ayrıca soyut düşünme, problem çözme, mantıksal akıl yürütme gibi becerilerin gelişimine yardımcı olmaktadır (Angeli ve Giannakos 2020).

Papert (1996)'e göre bilgi işlemsel düşünme, teknoloji ve düşünmeyi bir araya getirerek güçlendiren bir problem çözme yaklaşımıdır. Aynı zamanda bilgi işlemsel düşünme bir tür analitik düşünme olarak da ifade edilebilir (Wing 2008). Öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerini geliştirmek, öğrenme fırsatları sağlamak, farklı problem durumları ve farklı bağlamlara transfer edebilmeleri için yeni yollar bulunmalıdır (Barr vd. 2011). Bilgi işlemsel düşünme alt boyutları ile birlikte ele alındığında çağımız öğrencilerde olması beklenen becerilerle oldukça yakın ilişkilidir (Günüç vd. 2013, Oluk vd. 2018). ISTE (2019)'e göre öğrenciler için belirlemiş olduğu standartlardan biri de “bilişimsel düşünür” olmaktır. Bilgi işlemsel düşünmeyi disiplinlerle entegre etme durumunu ve öğretmenlerin bu durumları sınıflarında nasıl uygulamaya koyduklarıyla ilgili çalışma alanlarına ihtiyaç bulunmaktadır (Ketelhut vd. 2020).

Bilgi işlemsel düşünme, bilişim alanındaki gelişmelerle birlikte önem kazanmış ve bu becerinin gelişmesine yönelik çalışmalar hız kazanmıştır (Batı vd. 2017) fakat literatürde bilgi işlemsel düşünmeye ile ilgili öğretmen eğitimlerinin çoğu bilgisayar öğretmenleri özelinde olduğu görülmektedir. Diğer branş öğretmenlerine yönelik çalışmaların eksikliği göze çarpmaktadır (Blum ve Cortina 2007, Yadav vd. 2014). Oysa bilgi işlemsel düşünme, tüm öğretmenlerde olması gereken becerilerden biridir. Öğretmenlerin bilgi işlemsel düşünme becerileri geliştirmenin önemli olduğu ve bunun da hizmet öncesi eğitimden geçtiğini söylemek mümkündür (Yadav vd. 2014). Hemmendinger (2010); öğretmenin görevinin öğrenciyi bir ekonomist, bir fizikçi, bir sanatçı gibi düşüncelerini öğretmek ve problemlerini çözmek, yaratmak ve keşfetmek için bilgi işlemsel düşünmeyi nasıl kullanacaklarını anlamaya yardımcı olmak olduğunu savunmuştur. Bilgi işlemsel düşünme, bireylere küçük yaşlardan itibaren kazandırılması gereken becerilerden biridir ve bu beceri disiplinler arası yaklaşım kullanılarak kazandırılabilir (Gülbahar vd. 2019).

2.1.9 Bilgi İşlemsel Düşünme Becerileri ve STEM Öğretimi

Bilgi işlemsel düşünmeyi disiplinler arası STEM öğretimine entegre etmek yeni bir konudur (Li vd. 2020). Öğrencilerin karşılaştıkları farklı alanlardaki problemleri bilgi işlemsel düşünme becerileri ile çözebilecekleri düşünülmektedir (Barr vd. 2011). STEM'in doğasına da uygun olması sebebiyle STEM uygulamaları bireylerin bilgi

işlemsel düşünme becerilerini de geliştirebilir. Bilimsel devrimi sürdürebilmek için STEM eğitmenleri ve öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerinin geliştirilmesi elzemdir (Swaid 2015). STEM eğitimi desteklemenin önemli yollarından biri de STEM uygulamalarında bilgi işlemsel düşünme becerilerini içermesidir (Swaid 2015). STEM öğretimlerinde bilgi işlemsel düşünme becerilerine yer verilmesi karmaşık sorunların üstesinden gelme konusunda yol gösterici olabilir (Swaid 2015).

Veri Uygulamaları	Modelleme ve Simülasyon Uygulamaları	Bilgi İşlemsel Problem Çözme Uygulamaları	Sistem Düşünme Uygulamaları
Veri Toplama	Bir Kavramı Anlamak İçin Bilgi İşlemsel Modeller Kullanmak	Bilgi İşlemsel Çözümler İçin Problemleri Hazırlama	Karmaşık Bir Sistemi Bir Bütün Olarak İncelemek
Veri Oluşturma	Test Etmek ve Çözümler Bulmak İçin Bilgi İşlemsel Modeller Kullanmak	Programlama	Bir Sistem İçindeki İlişkileri Anlamak
Veri Manipülasyonu	Bilgi İşlemsel Modellerin Değerlendirilmesi	Etkili Bilgi İşlemsel Araçlarının Seçilmesi	Aşamalı Düşünme
Veri Analizi	Bilgi İşlemsel Modellerin Tasarlanması	Bir Soruna Farklı Yaklaşımların/Çözümlerin Değerlendirilmesi	Bir Sistem Hakkında Bilgi Aktarımı
Verileri Görselleştirme	Bilgi İşlemsel Modellerin Oluşturulması	Modüler Bilgi İşlemsel Çözümler Geliştirmek	Sistemleri Tanımlamak ve Karmaşıklığı Yönetmek
		Bilgi İşlemsel Soyutlama Oluşturma	
		Sorun Giderme ve Hata Ayıklama	

Şekil 2.4 Matematik ve bilim taksonomisinde bilgi işlemsel düşünme (Weintrop vd. 2016).

Literatür, STEM öğretiminin bilgi işlemsel düşünme becerileriyle ilişkili olduğunu göstermektedir (Sun vd. 2021). STEM ve bilgi işlemsel düşünme entegrasyonunun nasıl sağlanacağı ile ilgili çalışmalar gelecek için önem arz etmektedir (Sun vd. 2021). Bilgi işlemsel düşünme becerilerini öğrencilere kazandırılması veya geliştirmesi üzerine yapılmış farklı çalışmalar literatürde mevcuttur. Fakat STEM öğretimi ile bilgi işlemsel düşünme becerileri geliştirmeye yönelik çalışmalar oldukça azdır.

Ketelhut vd. (2020), bilgi işlemsel düşünmeyi derslere entegre etmenin öğretmenlerde fen öğretimi teşvik ettiğini savunmuştur. Buradan hareketle bilim öğretimi ve bilgi işlemsel düşünme arasında güçlü bir bağın olduğunu söylemek mümkündür. Öğretmen adaylarına sınıfta teknoloji araçlarını kullanmaya teşvik etmek ve içeriğe özgü teknoloji

araçlarına yönelik deneyimlerin kazandırılması gerekmektedir (Canbazoglu Bilici vd. 2016).

2.2 İlgili Araştırmalar

Bu bölümde; araştırmanın kavramsal çerçevesine yönelik STEM'e yönelik tutum, entegre STEM öğretimi, bilgi işlemsel düşünme ve öğretmen adaylarının hazırladıkları ders planları ile ilgili literatürde yapılmış olan ulusal ve uluslararası çalışmalara yer verilmiştir.

2.2.1 STEM'e Yönelik Tutum ile İlgili Yapılmış Çalışmalar

Kartal ve Tasdemir (2021) tarafından yapılan çalışmada, öğretmen adaylarının STEM'e yönelik tutumları farklı değişkenlere (bölüm, sınıf düzeyi, cinsiyet, stajyerlik veya STEM hakkında bilgi) göre incelenmiştir. Araştırmacılar, 513 öğretmen adayına STEM'e yönelik tutum ölçeğini uygulamıştır. Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM'e yönelik tutum puanları, matematik ve okul öncesi öğretmen adaylarının tutumlarından anlamlı düzeyde yüksek olduğu bulunmuştur. Çalışma grubunda STEM hakkında staj yapmış veya STEM bilgisine sahip öğretmen adaylarının, staj yapmayan veya STEM bilgisine sahip olmayanlara göre STEM tutumlarının önemli ölçüde daha yüksek olduğu bulunmuştur. Bu sonuçtan yola çıkarak araştırmacılar, hizmet öncesi dönemde öğretmen hazırlık programları aracılığıyla verilecek olan STEM eğitimlerinin gerekliliğine vurgu yapmıştır.

Deniş Çeliker (2020) tarafından yapılan çalışmada; fen bilgisi öğretmen adaylarının entegre STEM öğretim yönelimleri, STEM tutumları ve farkındalıkları araştırılmıştır. Dördüncü sınıfta öğrenimine devam eden 66 fen bilgisi öğretmen adayının oluşturduğu çalışma, deneysel desene göre dizayn edilmiştir. Senaryo tabanlı STEM tasarım süreci kapsamında öğretmen adaylarının verilen senaryolar üzerinden proje tasarımları istenmiştir. Sonuçlar öğretmen adaylarının senaryolar üzerinden STEM tasarımları geliştirmeleri tutumlarını, farkındalıklarını ve STEM öğretim yönelimlerini olumlu etkilediğini göstermiştir.

Şahin (2019) tarafından yapılan araştırmada; STEM etkinlikleri hazırlayan fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM tutumları, farkındalıkları ve STEM hakkındaki görüşleri incelenmiştir. 34 fen bilgisi öğretmen adayının çalışma grubunu oluşturduğu bu araştırma, karma yöntem desenine göre tasarlanmıştır. Uygulama öncesi ve sonrasında öğretmen adaylarına ölçekler uygulanmış ve görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Sekiz hafta süren uygulama sonunda fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM'e yönelik tutum ve farkındalıklarının arttığı sonucuna ulaşılmıştır. Bununla birlikte katılımcıların STEM'e ilişkin görüşlerinde olumlu bir artışın olduğu raporlanmıştır.

Knipprath vd. (2018) tarafından yapılan çalışmada; entegre STEM uygulamalarının, STEM okuryazarlığı ve STEM tutumları üzerindeki etkisi incelenmiştir. Araştırmanın ilk aşamasında çalışma grubundaki öğretmenler STEM öğrenme materyalleri tasarlamak için her hafta bir araya gelmişler ve toplam 30 materyal oluşturmuşlardır. Öğretmenler süreç içerisinde hedef kazanımlar belirlemiş, disiplinler arası bağlantılar oluşturmuş ve STEM eğitimi detaylandırmışlardır. Öğretmenlerin iş birliği ile oluşturdukları öğretim materyalleri sınıflarda uygulanmıştır. Uygulama yapılan sınıflardan biri deney diğeri kontrol grubunu oluşturmuştur. Uygulamanın sonunda deney grubundaki öğrencilerin STEM tutumları kontrol grubundaki öğrencilere göre daha yüksek bulunmuştur.

Shahali vd. (2015) tarafından yapılan çalışmada; öğretmenlerin STEM tutumları, inançları, STEM içerik bilgisi, entegre ve STEM öğretimi bilgisini araştırmak amaçlanmıştır. Lisansüstü düzeyde öğrenim gören STEM'in farklı çalışma alanlarında olan 35 birey, araştırmanın çalışma grubu oluşturmaktadır. Araştırma boyunca katılımcılara entegre STEM eğitimi verilmiştir. Veriler eğitimden önce ve sonra olmak üzere iki ayrı zaman diliminde toplanmıştır. Sonuçlar STEM eğitimi programının katılımcıların entegre STEM tutumlarını ve STEM içerik bilgisini arttırdığını göstermiştir.

Huziak-Clark vd. (2015) tarafından yapılan çalışmada, hazırlanan STEM programının lisans öğrencilerinin STEM tutumları ve özgüvenlerine etkisi incelenmiştir. Nicel ve nitel yöntemlerin bir arada olduğu bu çalışmada, veriler 240 lisans öğrencisinden toplanmıştır.

Uygulanan programın katılımcıların STEM tutumlarını ve güvenlerini olumlu etkilediği bulunmuştur. Katılımcılar kendilerinde oluşan gelişimi, uygulamadaki bütünleştirici öğrenme etkinliklerinin etkililiği ve grup halinde çalışmış olmalarıyla açıklamıştır. Araştırmacılar, STEM öğretim programının mentorluk ile birleştirilmesinin katılımcıların tutumlarını olumlu etkilediğini ifade etmiştir.

Adams vd. (2014) tarafından yapılan çalışmada, öğretmen adaylarının STEM öğrenme ve öğretme deneyimleri incelenmiştir. Çalışmaya 50 öğretmen adayı katılmıştır. Veriler odak grup görüşmesi, gözlem ve öğrencilerin hazırladıkları ders planlarıyla toplanmıştır. Katılımcılar uygulama sürecinde STEM ders planı geliştirmiş ve uygulamıştır. Sonuçlar STEM öğrenme ve öğretme uygulamalarının öğretmen adaylarının STEM'e yönelik olumlu tutum geliştirmelerinde etkili olduğunu göstermiştir.

2.2.2 Entegre STEM Öğretimi ile İlgili Yapılmış Çalışmalar

Mumcu vd. (2023) tarafından yapılan çalışmada, entegre STEM eğitimi mesleki gelişim programının öğretmenlerin tasarım yeterliklerine ve entegre STEM anlayışlarına katkısı incelenmiştir. Araştırma karma yöntem olarak tasarlanmış olup çalışma grubunda 20 bilgisayar bilimi, 10 fen bilgisi, 10 matematik olmak üzere toplam 50 öğretmen bulunmaktadır. Uygulama 48 saat sürmüştür ve uygulama sürecinde öğretmenler gruplar halinde 5E öğrenme modeline dayalı STEM ders planı geliştirmiştir. Araştırmacılar tarafından öğretmenlerin gruplar halinde hazırladıkları ders planlarının STEM eğitimi için yeterlik gösterdiği ifade edilmiştir. Katılımcıların STEM ders planlarında giriş bölümünün yeterli düzeyde olmasına karşın açıklama ve değerlendirme aşamalarında zorlandıkları bildirilmiştir. Araştırmacılar, gelecek araştırmalar için öğretmenlerin sınıf içi uygulamalarının incelenmesini önermiştir.

Spikic vd. (2022) tarafından yapılan çalışmada, öğretmen adaylarının entegre STEM uygulamalarını tasarlama süreci araştırılmıştır. Öğretmen adayları sekiz takıma ayrılmıştır. Her hafta iki saat olmak üzere toplam 10 hafta sürecince takımlar toplanmışlar ve bir senaryo çerçevesinde entegre STEM öğrenme birimi geliştirmiştir. Bu süreçte görevlendirilmiş deneyimli öğretmenler ekiplere yardımcı olmak amacıyla takım koçluğu

yapmıştır. Takımların iş birliği ile oluşturduğu entegre STEM tasarımları, araştırmacıların geliştirmiş olduğu bir puanlama anahtarı ile analiz edilmiştir. Aynı zamanda takım toplantılarının video kayıtları gözlemlenerek analiz edilmiştir. Bulgular analiz edildiğinde, öğretmen adaylarının öğrenme etkinliklerini ve öğretim stratejilerini tasarlamada başarılı olduklarına fakat STEM disiplinlerinin entegrasyonunda yeterli olmadığına ulaşılmıştır.

Bulut vd. (2022) tarafından yapılan çalışmada; STEM etkinliklerinin lisansüstü öğrencilerinin STEM öğretimi yönelimlerine, farkındalıklarına ve tutumlarına etkisi araştırılmıştır. Araştırmanın çalışma grubunu matematik ve fen bilimleri alanında öğrenim gören 32 yüksek lisans öğrencisi oluşturmaktadır. Çalışma karma desen olarak yürütülmüş olup deneysel aşamada ön-son test uygulanmış sonrasında ise öğrenci görüşleri alınmıştır. Yüksek lisans öğrencilerine öncelikle STEM eğitimi verilmiş, çalışmanın devamında öğrencilerden günlük yaşamla ilgili bir problemten yola çıkarak STEM disiplinlerini kapsayan bir plan hazırlamaları istenmiştir. Öğrencilerin STEM öğretim yönelimlerinde anlamlı artışın olduğuna ulaşılmıştır. Katılımcı görüşlerinde, STEM etkinliklerinin 21. yüzyıl becerilerini geliştirmede etkili olduğu ifade edilmiştir.

Hiğde (2022) tarafından yapılan çalışmada, STEM yaklaşımının kullanıldığı alternatif enerji kaynakları öğretiminin öğretmen adaylarının tutumlarına ve entegre STEM öğretim yönelimlerine etkisi araştırılmıştır. Çalışma grubunu 29 kadın, 11 erkek olmak üzere 40 fen bilgisi öğretmen adayı oluşturmaktadır. Araştırma tek gruplu deneysel desen olarak tasarlanmıştır. Uygulama boyunca katılımcılar dört kişilik gruplar halinde çalışmıştır. Uygulama sürecinde öğretmen adayları grupları alternatif enerji kaynakları teması altında STEM projesi geliştirmiş ve ürünlerini sınıf ortamında sunmuştur. Uygulama sonunda veriler analiz edildiğinde öğretmen adaylarının STEM tutumları ve entegre STEM öğretimi yönelimlerinin uygulamadan olumlu yönde etkilendiği sonucuna ulaşılmıştır.

Dare vd. (2021) tarafından yapılan çalışmada, öğretmenlerin entegre STEM öğretim anlayışlarını ortaya çıkarmak için sınıflarında entegre STEM dersleri uygulayan 19 fen bilgisi öğretmeni ile vaka çalışması yürütülmüştür. Çalışma grubundaki bireyler ile görüşmeler gerçekleştirilerek araştırmanın verileri toplanmıştır. Araştırmacılar çalışma

grubunun entegre STEM öğretimi hakkındaki görüşlerini incelemiştir. Bu doğrultuda disiplinler arası bağlantı, öğrenci merkezli pedagoji, 21. yüzyıl becerilerinin gelişimi, herkes için STEM ve gerçek dünya odaklı olmak üzere beş ana tema ortaya çıkarılmıştır. Görüşmeler sonucunda, çalışma grubundaki öğretmenlerin STEM uygulamalarını gerçekleştirirken mühendislik disipliniyle ilgili desteğe ihtiyacın olduğu tespit edilmiştir. Araştırmanın sonunda entegre STEM öğretiminin sınıflarda nasıl gerçekleştiği ve uygulandığı ile ilgili çalışmalara ağırlık verilmesi gerektiği önerisi sunulmuştur.

Wu vd. (2021) tarafından yapılan çalışmada, öğretmen adaylarının teknoloji ile zenginleştirilmiş STEM öğrenme tasarımı becerilerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Katılımcılar gruplara ayrılarak STEM ders planı hazırlama sürecine girmiştir. STEM alanında uzman öğreticiler tarafından geri dönütler verilerek sekiz haftanın sonunda her grubun entegre STEM öğrenme ünitesi tasarlaması beklenmiştir. Sonuçlar öğretmen adaylarının STEM öğrenme tasarımı konusunda kendilerini geliştirmeye yönelik potansiyele sahip olduğunu göstermiştir. Bu sonuca karşın öğretmen adaylarının disiplinler arası içerik bilgisinde gelişim göstermedikleri ortaya çıkmıştır. Üç aşamada gerçekleşen bu eğitimin sonunda katılımcılar eğitimin entegre STEM'i kavramak için yararlı olduğunu dile getirmiştir. Araştırmacılar çalışmanın sonunda öğretmen adaylarının entegre STEM tasarımlarını sınıf ortamında uygulanmasına yönelik araştırmaların yapılmasını önermiştir.

Özkızılcık ve Cebesoy (2020) tarafından yapılan çalışmada, tasarım temelli STEM etkinliklerinin öğretmen adaylarının problem çözme becerilerine ve entegre STEM öğretim yönelimlerine etkisi incelenmiştir. Araştırma karma araştırma yöntemlerinden açıklayıcı sıralı desenin kullanıldığı 13 haftalık bir uygulamadan oluşmaktadır. 24 fen bilgisi öğretmen adayının oluşturduğu çalışma grubundan veriler, nicel ve nitel olmak üzere iki farklı türde toplanmıştır. Araştırmacılar, tasarım temelli STEM etkinliklerin öğretmen adaylarının entegre STEM öğretim yönelimlerini ve problem çözme becerilerini olumlu etkilediğine ulaşmıştır.

Timur ve Belek (2020) tarafından yapılan çalışmada, STEM öğretim yaklaşımının STEM öğretim yönelimlerine etkisi araştırılmıştır. Çalışmaya 3. sınıfta öğrenimine devam eden

52 fen bilgisi öğretmen adayı katılmıştır. Araştırma, karma yöntem olarak tasarlanmış olup veriler nicel ve nitel olarak toplanmıştır. 10 hafta süren eğitimin sonunda katılımcılardan seçilen 10 öğretmen adayı ile görüşme gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, uygulamanın öğretmen adaylarının STEM öğretimine yönelimlerini olumlu etkilediğini göstermiştir. Araştırmacılar; görüşmelerden yola çıkarak katılımcıların problem çözme becerilerinin, iş birliği becerilerinin ve yaratıcılıklarının geliştiğine ulaşmıştır.

Alan vd. (2019) tarafından yapılan çalışmada, fen bilgisi öğretmen adaylarının bütünleşik öğretim bilgilerinin desteklenmesi amaçlanmış ve bu doğrultuda öğretmen adaylarına STEM uygulamalarına yönelik eğitim verilmiştir. Çalışmaya 3. sınıfta öğrenimine devam eden 62 fen bilgisi öğretmen adayı katılmıştır. Uygulama boyunca öğretmen adayları mikro öğretimler gerçekleştirmişlerdir. Öğretmen adaylarından veriler nicel ve nitel olmak üzere araştırmadan önce, araştırma sürecinde ve sonrasında toplanmıştır. Çalışmanın sonunda, katılımcıların araştırma sürecinden önce STEM'e yönelik bilgilerinin az olması nedeniyle kaygı yaşadıklarını fakat uygulama sürecinde araştırmalarını akranlarına sunarken heyecan duyduklarını, süreç içerisindeki sorunlarının çoğunu teknolojik bilgi eksikliğinden kaynaklandığını ifade etmişlerdir. Araştırmacılar, öğretmen adaylarının Eğitim Fakültelerinde teknolojik bilgi açısından daha iyi yetiştirilmesi gerektiğine ve adayların STEM'i sınıflarında uygulayabilmesi için hizmet öncesi eğitimlerin artırılması gerektiğine vurgu yapmıştır.

Aldahmash vd. (2019) tarafından yapılan çalışmada, öğretmenlerin entegre STEM öğretimine yönelik tutumları araştırılmıştır. Bu kapsamda araştırmaya fen bilgisi ve matematik öğretmenlerinden oluşan 48 kişi katılmıştır. Veriler, çalışma grubunun STEM'e yönelik mesleki programa katılmadan önce ve sonrasındaki entegre STEM öğretimine yönelik tutumları 25 maddeden oluşan 5'li likert tipi ölçek toplanmıştır. Sonuçlar, çalışma grubunun mesleki gelişim programına katıldıktan sonra algıladıkları zorlukların azaldığını göstermektedir. Çalışmanın sonunda mesleki gelişim programlarının uzun ve sürekli olması gerektiğine vurgu yapılmıştır. Araştırmacılar, entegre STEM konularının sınıfta uygulanabilmesi için öğretmen eğitimlerinin düzenlenmesi önerisinde bulunmuştur.

Thibaut vd. (2018c) tarafından yapılan çalışmada, ortaokul öğretmenlerinin entegre STEM öğretim uygulamaları hakkında bilgi toplanması amaçlanmıştır. Bu kapsamda 595 öğretmene anket uygulanmış ve entegre STEM öğretimi ile ilgilendiğini bildiren 244 öğretmen araştırmanın çalışma grubunu oluşturmuştur. Öğretmenlerin entegre STEM öğretimine yönelik tutumları ve okul ortamındaki faktörlerin entegre STEM öğretim uygulamalarını nasıl etkilediği araştırılmıştır. Araştırma boyunca entegre STEM öğretimi; STEM içeriğinin entegrasyonu, problem merkezli öğrenme, sorgulamaya dayalı öğrenme, tasarım tabanlı öğrenme ve iş birlikli öğrenme olarak beş kategoride incelenmiştir. Her bir kategoriye ait öğretmen tutumlarının öğretim uygulamalarını olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Sonuçlar yeterli öğretim saati, iş birlikli öğrenme ve okul yönetiminin desteği gibi faktörlerin entegre STEM öğretiminin başarılı bir şekilde uygulanmasında etkili olduğunu göstermiştir.

Radloff ve Guzey (2017) tarafından yapılan araştırma, betimsel durum çalışması olarak tasarlanmıştır. Araştırmanın amacı öğretmen adaylarına entegre STEM öğretimi yoluyla öğrenmeyi en uygun hale getirebileceklerine dair deneyimler sağlamaktır. Araştırmacılar öğretmen adaylarının entegre STEM'e yönelik kısa videolar izleyerek analiz etmesinin katılımcılarda derin bir anlayış kazandırıp kazandırmayacağını incelemiştir. Çalışma boyunca öğretmen adaylarına STEM uygulamalarını gözlemleme, analiz etme ve yansıtma olanağı tanınmıştır. Öğretmen adayları entegre STEM'i içeren videoları izleyip analiz etmişler ve ders planı geliştirmişlerdir. Aynı zamanda katılımcılar ile görüşmeler yapılmış, süreç ile ilgili çeşitli sorular yönelendirilmiştir. Bulgular, öğretmen adaylarının entegre STEM yaklaşımlarına ilişkin kavramlar geliştirdiğini göstermiştir. Araştırmanın sonunda yapılan görüşmelerde, katılımcıların entegre STEM hakkında hem daha bilgili hem de STEM bileşenlerini fark ettikleri sonucuna ulaşılmıştır.

Shernoff vd. (2017) tarafından yapılan çalışmada, katılımcıların entegre STEM eğitiminde yaşadıkları zorlukları ve ihtiyaçları ortaya çıkarmak için nitel bir yaklaşım benimsenmiştir. Çalışma grubu, 22 öğretmen ve 4 yönetici olmak üzere toplam 26 katılımcıdan oluşmaktadır. Katılımcılardan veriler yarı yapılandırılmış görüşme yoluyla toplanmıştır. Katılımcılara; entegre STEM öğretimi içinde yaşadıkları sorunlar, zorluklar ve hizmet öncesi eğitime yönelik önerileriyle ilgili sorular yöneltilmiştir. Katılımcıların

birçoğu görüşmelerde entegre STEM yaklaşımlarını benimsediklerini ancak uygulama için hazır olmadıklarını ifade etmiştir. Katılımcı öğretmenler entegre STEM eğitimi için teknoloji eksikliği, zaman, planlama ve iş birliği gibi konularda sorunlar yaşadıklarını belirtmiştir. Çalışmaya katılan yöneticiler ise hizmet öncesi öğretmen eğitimi programlarında mevcut yetersizliklerden bahsetmiştir. Entegre STEM dersleri uygulayan deneyimli öğretmenlerin video kayıtlarını görme veya örnek ders planlarına erişmenin önemi hem öğretmenler hem de yöneticiler tarafından vurgulanmıştır. Araştırmacılar, çalışmanın sonucunda entegre STEM öğretiminde yapılandırılmış ders planlarına ve yeterli materyale sahip olmanın önemini vurgulamıştır.

2.2.3 Bilgi İşlemsel Düşünme ile İlgili Yapılmış Çalışmalar

Voon vd. (2023) tarafından yapılan vaka çalışmasında, öğretmen adaylarının bilgi işlemsel düşünme becerilerinin gelişimi incelenmiştir. Çalışmaya katılan 38 öğretmen adayı, bilgi işlemsel düşünmeyi içeren entegre ders planı tasarımı ve sonrasında yansıtma tekniği ile konuyu detaylı inceledikleri bir süreç gerçekleştirmiştir. Öğretmen adaylarının hazırlamış oldukları ders planları ve öğretmen adayları ile yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler, araştırmacılar tarafından analiz edilmiştir. Araştırmacılar, katılımcıların ders planı tasarlama ve yansıtma deneyimlerinin bilgi işlemsel düşünme anlayışlarına olumlu yönde katkı sağladığı sonucuna ulaşmıştır.

Huang vd. (2022) tarafından yapılan çalışmada, öğretmen adaylarının zihinlerindeki bilgi işlemsel düşünme ile ilgili kavramların neler olduğu ve bilgi işlemsel düşünme ile ilgili bilgileri araştırılmıştır. Veriler açık uçlu soruların bulunduğu bir anket tarafından 280 öğretmen adayından toplanmıştır. Çalışma grubundaki öğretmen adayları STEM eğitimi alanlar, almayanlar ve karma disiplinlerde eğitim alanlar olarak üç gruba ayrılmıştır. Katılımcıların büyük bir çoğunluğu bilgi işlemsel düşünme ile ilgili bilgi sahibi olmadığını ifade etmiştir. STEM eğitimi almayan katılımcıların bilgi işlemsel düşünme anlayışı ile ilgili düşük düzeyde güvene sahip oldukları, STEM eğitimi alan öğretmen adaylarının ise güven düzeylerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Araştırmacılar, öğretmen adaylarının bilgi işlemsel düşünme kavramına yeteri kadar aşina olmadıkları sonucuna ulaşmıştır.

Huang ve Qiao (2022) tarafından yapılan çalışmada; STEM yaklaşımını temel alan yapay zekâ eğitiminin bilgi işlemsel düşünme becerileri, öğrenme motivasyonları ve öz yeterlik üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Eğitim toplam 23 hafta sürmüştür. Araştırmada deneysel yöntem belirlenmiş, deney ve kontrol grubu olmak üzere toplam 136 lise öğrencisi çalışma grubu için seçilmiştir. STEAM ile yapay zekâ eğitiminin; bilgi işlemsel düşünme becerilerinin alt boyutu olan yaratıcılık, işbirlikçilik, eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerini anlamlı olarak etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

Tankiz ve Atman Uslu (2022) tarafından yapılan çalışmada, öğretmen adaylarının bilgi işlemsel düşünme ve bilgi işlemsel düşünme öğretimine yönelik öz yeterlikleri incelenmiştir. Yakınsak paralel karma desen olarak tasarlanan bu araştırmanın çalışma grubunu 37 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Uygulamanın başında öğretmen adaylarına bilgi işlemsel düşünme ile ilgili bilgiler verilmiş, oluşturulan öğretmen adayları grupları seçtikleri kazanımlar ile ilgili bilgi işlemsel düşünme becerilerini de içine alan ders planları geliştirmiştir. Sonuçlar, uygulama sürecinin öğretmen adaylarının bilgi işlemsel düşünme becerileri ve öğretimine yönelik öz yeterliklerinden önemli ölçüde artış olduğunu göstermiştir.

Tan vd. (2021) tarafından yapılan çalışmada, Scratch aracılığıyla entegre STEAM yaklaşımının bilgi işlemsel düşünmeye etkisi incelenmiştir. Araştırma, yarı deneysel olarak tasarlanmış ve 59 öğrenci katılımcı olarak seçilmiştir. Öğrencilere STEAM eğitimi verilmiş ve oyun tasarımları istenmiştir. Entegre STEAM uygulaması, öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerini geliştirdiğini göstermiştir. Bilgi işlemsel düşünme becerileri alt boyutlarıyla ele alındığında en büyük artışın problem çözme becerisinde en düşük artışın ise işbirlikçilik boyutunda olduğu bulunmuştur.

Günbatar ve Bakırcı (2019) tarafından yapılan çalışmada, fen bilgisi ve sınıf öğretmen adayların STEM öğretme niyetleri ile bilgi işlemsel düşünme becerileri arasındaki ilişki incelenmiştir. Çalışma ilişkisel tarama yöntemi esas alınarak gerçekleştirilmiş olup çalışma grubu 440 öğretmen adayından oluşmaktadır. Araştırmada STEM öğrenme niyeti ile bilgi işlemsel düşünme becerileri arasında orta düzeyde anlamlı bir ilişki bulunmuştur.

Sands vd. (2018) tarafından yapılan çalışmada, ilkokul ve ortaokul öğretmenlerinin bilgi işlemsel düşünmeyi nasıl kavramsallaştırdıklarını ortaya çıkarmak için 74 öğretmene anket uygulanmıştır. Öğretmenlerin eğitim verdikleri sınıf düzeyine göre ve STEM alanında olup olmama durumlarına göre ayrı kategorilerde incelenmiştir. Sonuçlar, çalışma grubundaki öğretmenlerin bilgi işlemsel düşünmeyle ilgili bilgileri literatürle benzer doğrultuda olmasına karşın bu becerilerin gereklilikleri ile ilgili yanlış fikirlere sahip olduklarını göstermiştir. Aynı zamanda öğretmenlerin STEM alanında çalışıp çalışmama ve sınıf düzeylerine göre bilgi işlemsel düşünme anlayışlarında bir farklılık olmadığı bulunmuştur.

Yadav vd. (2014) tarafından yapılan çalışmada, bilgi işlemsel temelli öğretim modülünün öğretmen adaylarının bilgi işlemsel düşünme anlayışları ve tutumları üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Araştırmaya 357 öğretmen adayı katılmıştır. Kontrol ve deney grubu olmak üzere çalışma yarı deneysel olarak yürütülmüştür. Kontrol grubu; problem çözme, aktarma, eleştirel düşünme ve yaratıcılık gibi üst düzey bilişsel süreçlerle ilgili dersleri içeren bir ders alırken deney grubunda bilgi işlemsel düşünme, günlük hayattaki kullanımı ve sınıflara nasıl entegre edileceği işlenmiştir. Sonuçlar, kontrol ve deney grubu arasında tutumlar açısından anlamlı bir farkın olmadığını göstermesine karşın deney grubundaki öğretmen adaylarının bilgi işlemsel düşünme konusundaki anlayışları ve gelecekteki sınıflarında bilgi işlemsel düşünmeyi sınıflarına nasıl entegre edeceklerine ilişkin fikirlerinin arttığını göstermiştir.

2.2.4 Öğretmen Adaylarının Hazırladıkları Ders Planları ile İlgili Yapılmış Çalışmalar

Çiftçi vd. (2022) tarafından yapılan çalışmada, okul öncesi öğretmen adaylarının bütünleştirilmiş STEM eğitiminde öğretim uygulamaları ve STEM eğitime yönelik görüşleri incelenmiştir. 91 okul öncesi öğretmen adayının çalışma grubunu oluşturduğu araştırma, nitel olarak gerçekleştirilmiştir. Araştırmacılar tarafından öğretmen adaylarının gruplar halinde 5E öğrenme modeline göre STEM ders planı geliştirmeleri ve uygulamaları istenmiştir. Hazırlanan ders planları mikro öğretim olarak sunulmuştur.

Hazırlanan entegre STEM ders planlarının “konu belirleme”, “öğrenme çıktılarını belirleme” ve “öğrenme çıktıları arasında uyum” ölçütlerini karşıladığı bulunmuştur. Öğretmen adaylarından birkaçının “çoklu konu içerme”, “bütünleştirici STEM içermesi”, “STEM’i dahil etme” ölçütlerinde zorlandıkları sonucuna ulaşılmıştır.

Kurt ve Benzer (2022) tarafından yapılan çalışmada, fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM ders planı hazırlama becerileri ve STEM uygulamalarına ilişkin görüşleri incelenmiştir. Araştırmanın çalışma grubunu 18 fen bilgisi öğretmen adayı oluşturmaktadır. Katılımcılara öncelikle STEM eğitimi verilmiş sonrasında katılımcılardan çevre konularını temel alan bireysel ders planları hazırlamaları istenmiştir. Hazırlanan ders planları incelendiğinde öğretmen adaylarının tamamı STEM ders planlarında merkeze aldıkları fen bilimleri disiplininin kazanımlarını doğru ifade etmelerine karşın yalnızca 3 katılımcı fen kazanımlarını STEM’in diğer disiplinleriyle (mühendislik, matematik ve teknoloji) ilişkilendirmiştir. Öğretmen adayları STEM eğitimine olumlu bakmalarına rağmen konu uyumu, etkinlik planı hazırlama, öğrenci düzeyine uygun etkinlik yazma, zaman yönetimi, prototip çizimi gibi konularda zorlandıklarını ifade etmiştir. Araştırmacılar çalışmanın sonuçlarına yönelik eğitim ve mühendislik fakültelerinin iş birliği içerisinde olmasının öğretmen adaylarına fayda sağlayacağı yönünde öneride bulunmuştur.

Kruatong vd. (2022) tarafından yapılan çalışmada, fen bilgisi öğretmen adaylarının 5E modeline dayalı STEM dersleri hazırlama becerilerini geliştirmek amaçlanmıştır. Çalışmaya 49 fen bilgisi öğretmen adayı katılmıştır. Araştırmanın verilerini öğretmen adaylarının hazırladıkları ders planları ve yarı yapılandırılmış görüşmeler oluşturmaktadır. Çalışmanın sonunda öğretmen adaylarının ders planlarında, fen disiplinine yöneldikleri fakat diğer disiplinler ile entegre edemedikleri sonucuna ulaşılmıştır. Araştırmacılar fen bilgisi öğretmen adaylarının gelecekteki sınıflarında STEM’i kusursuz olarak işleyebilmeleri için adaylara destek sağlanmasına ve dahası STEM mikro öğretim çalışmalarına ağırlık verilmesi hususuna dikkat çekmiştir.

Anabousy ve Daher (2022) tarafından yapılan çalışmada, öğretmen adaylarının sınıfta STEM etkinlikleri tasarlama ve yürütme becerilerini geliştirmesi hedeflenmiştir.

Araştırmaya katılan 18 öğretmen adayı, üçer kişilik olmak üzere altı gruba ayrılmış ve öğretmen adaylarının STEM etkinliklerini işbirlikçi tasarlama yetenekleri incelenmiştir. Katılımcıların hazırladıkları STEM etkinliklerinde genel olarak matematik, mühendislik, bilim ve teknoloji disiplinlerinin baskın olduğu tespit edilmiştir. Ders planlarında işbirlikçi öğrenmeden ziyade bireysel öğrenmelerin ağırlıkta olduğu bulunmuştur. Sonucunda ise iş birliğini destekleyen STEM etkinliklerine odaklanılması gerektiğine vurgu yapılmıştır.

Aydin Gunbatar vd. (2022) tarafından, öğretmen adaylarının mühendisliği STEM ders planlarına entegre etme durumları incelenmiştir. Araştırmaya 13 kimya öğretmen adayı katılmıştır. Katılımcılar entegre STEM eğitimi, mühendislik mesleği, mühendislik tasarım süreci, STEM uygulamalarını konu alan 13 haftalık bir eğitim almıştır. Katılımcılar, bu eğitimin öncesinde ve sonrasında entegre STEM ders planı geliştirmiştir. Katılımcıların eğitim öncesi planlarında mühendislik tasarım süreçlerine yer vermedikleri ancak son ders planlarında yer verdikleri sonucu ortaya çıkmıştır. Eğitimin sonunda tüm katılımcıların iletişim, takım çalışması, mühendislik tasarım süreci gibi STEM'in ana unsurlarını ders planlarına entegre ettiği bulunmuştur. Katılımcılar, tasarım günlüklerinde bilimsel bilgiyi ve gerçek yaşam bağlamını mühendislik tasarımı ile ilişkilendirmenin farkına vardıklarını ifade etmiştir.

Burton vd. (2022) tarafından yapılan çalışmada, öğretmen adaylarının STEM deneyimlerinden sonra STEM eğitime yönelik duygularını ve duyuşsal eğilimleri araştırılmıştır. Araştırmanın çalışma grubunu 17 sınıf öğretmeni adayı oluşturmaktadır. Öğretmen adaylarına araştırma sürecince entegre STEM öğretim yoluyla fen ve matematiği etkili bir şekilde öğretmelerini sağlayacak fırsatlar sunulmuştur. Süreç içerisinde katılımcılar STEM derslerine katılmış ve uzman STEM eğitimcilerini gözlemlemiştir. Bu deneyimin sonunda katılımcılar, entegre STEM ders planları geliştirmiştir. Hazırlanan ders planları içerik analizi yöntemiyle; konuların entegrasyonu, mühendislik tasarım süreci, bağlam ve iş birliği olmak üzere toplam dört koda ayrılmıştır. Ders planlarının çoğunda mühendislik tasarım sürecinin birçok unsurunun olmasına rağmen gerçek dünyaya ilişkin bağlamların eksik veya hiç olmadığı tespit edilmiştir.

Berisha ve Vula (2021) tarafından yapılan araştırmada, çalışma grubu 22 matematik ve 18 kimya branşından olmak üzere toplam 40 ğretmen adayından oluşmaktadır. Katılımcılara ncelikle STEM ile kavramsal bilgiler verilmiş ve sonrasında oluşturulan ğretmen gruplarının STEM projesi hazırlamaları istenmiştir. Katılımcılar araştırma boyunca hem ğrenci hem ğretmen rolünde olup çift rol üstlenmiştir. Araştırmanın sonunda tüm katılımcılara deneyimleri ile ilgili bilgi almak için görüşmeler düzenlenmiştir. Sonuçlar; katılımcıların eğitim boyunca heyecanlı ve istekli olduğunu, gelecekteki sınıflarında STEM uygulamalarına yer vereceklerini göstermiştir. Buna karşın katılımcılar, STEM için yeterli materyalin olmaması ve zaman sorunun yaşanması gibi sebepleri belirterek STEM için gerekli koşulları dile getirmiştir.

alış ve Ergül (2021) tarafından yapılan çalışmada, 4 fizik ve 2 kimya olmak üzere 6 ğretmen adayının bilgi temelli hayat problemi oluşturma ve çözüm önerme becerileri incelenmiştir. Veriler yarı yapılandırılmış görüşme formları ve yazılı dokümanlar olarak nitel olarak toplanmıştır. İçerik analizinin sonuçları, ğretmen adaylarının ürün oluşturma ve çözüm nerileri sunma becerilerinin iyi olduğu fakat kazanımlar ile STEM disiplinin ilişkilendirmede zorluk yaşadıklarını ortaya koymuştur.

Maiorca ve Mohr-Schroeder (2020) tarafından yapılan çalışmada, 16 ğretmen adayının gerçek bir mühendislik problemini içeren STEM ders planlarını nasıl hazırladıkları incelenmiştir. Çalışmanın başlangıcında katılımcılara ders tanıtımı yapılmış ve gerekli teorik bilgiler aktarılmıştır. Bu aşamadan sonra katılımcılar ortaokul sınıflarında toplam 10 ders saati olmak üzere bir hafta boyunca ğretmen rolünü üstlenmiştir. Devamında ise ğretmen adaylarından ğretim programına uygun kazanımları içeren entegre STEM ders planı hazırlamaları beklenmiştir. Ders planları, iki araştırmacı tarafından bağımsız olarak içerik analizine tabii tutulmuştur. Araştırmacılar tarafından ders planları analiz edildiğinde ğretmen adaylarının bilim, mühendislik ve matematiği entegre etmede zorlandıkları bulunmuştur. Araştırmanın sonunda ğretmen adaylarının mühendislik tasarım problemlerini deneyimlemeleri, sınıflarında entegre STEM dersleri tasarlamaları ve uygulamaları için faydalı olduğu sonucuna varılmıştır.

Yip (2020) tarafından yapılan çalışmada, STEM eğitimine katılan öğretmen adaylarının STEM eğitime yönelik kavramsal anlayış, tutum ve hazır bulunuşluklarındaki değişim incelenmiştir. Araştırmaya 25 öğretmen adayı katılmıştır. Araştırmanın başında teorik bilgiler verilmiş sonrasında öğretmen adaylarının STEM'e yönelik ders planları geliştirerek sınıfta uygulamalar gerçekleştirmesi istenmiştir. Veriler öğretmen adayları ile odak grup görüşmeler ve anketler aracılığıyla toplanmıştır. Sonuçlar, öğretmen adaylarının STEM öğretiminin farklı aşamalarını deneyerek görmelerinin STEM tutumlarını olumlu etkilediğini, STEM dersi planlama ve yürütme deneyimleri STEM entegrasyonunu anlamada etkili olduğunu göstermiştir. Öğretmen adayları, STEM eğitimi ile birlikte hazır bulunuşluklarında olumlu yönde değişim olduğunu ifade etmiştir. Aynı zamanda bu eğitimin STEM'de öğretmen rolünü fark etmelerine ve planladıkları grup etkinlikleriyle iş birliğinin önemini fark ettiklerinden bahsetmiştir.

Ryu vd. (2019) tarafından yapılan çalışmada, ortaokul öğretmen adaylarının STEM entegrasyon uygulamaları ve deneyimleri incelenmiştir. Katılımcı öğretmen adayları STEM'i entegre ettikleri dersler geliştirerek ve uygulamalar gerçekleştirmiştir. Süreç boyunca öğretmen adayları, ders planı geliştirme ve mikro öğretim uygulamaları yoluyla birden fazla STEM konusunu derslerine entegre etmiştir. Öğretmen adaylarının entegre STEM derslerinde kullandıkları yöntemleri, deneyimleri, yaşadıkları zorlukları incelemek için hazırlanan ders planları ve yarı yapılandırılmış görüşme formları aracılığıyla veriler nitel olarak toplanmıştır. Öğretmen adayları görüşmelerde disiplinler arası bağlantı kurma, rol modelin olmaması ve entegre STEM'de sınırlı deneyim olması nedeniyle zorluk yaşadıklarını belirtmiştir. Araştırmacılar, hizmet öncesi öğretmen eğitimi programı ile hizmet içi öğretmenlerin mesleki gelişim programı arasında bir iş birliği kurulmasının öğretmen adaylarına rehberlik edebileceğini ortaya atmıştır.

Bozkurt Altan ve Ucuncuoglu (2019) tarafından yürütülen durum çalışmasında, fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM odaklı ders planlama becerilerindeki gelişim incelenmiştir. Araştırmaya katılan 35 fen bilgisi öğretmen adayından gönüllü olan 7 aday seçilmiş ve veriler hazırladıkları ders planları ile toplanmıştır. Öğretmen adayları süreç içerisinde hem bireysel hem de grup ders planları hazırlamıştır. Hazırlanan ders planları "içerik", "yaklaşım", "ölçme değerlendirme" ve "uygulanabilirlik" kapsamında

incelenmiştir. 13 hafta süren araştırmanın sonunda, öğretmen adaylarının STEM odaklı etkinlik planlama becerilerinin geliştiği sonucuna varılmıştır. Öğretmen adaylarının hazırladıkları ders planlarının incelenmesi için daha detaylı analizlerin geliştirilmesi öneri olarak sunulmuştur.

Estapa ve Tank (2017) tarafından yapılan çalışmada, entegre STEM dersi planlama süreci ve mühendislik tasarım süreçlerinin sınıflarda ne ölçüde kullanıldığı araştırılmıştır. Çalışma grubu öğretmen, öğretmen adayları ve lisansüstü eğitime devam eden mühendislerden seçilmiştir. Çalışma, nitel yöntem benimsenerek tasarlanmış olup 16 hafta sürmüştür. Araştırma kapsamında uygulamaların gerçekleştirilmesi için her grup bir öğretmen, bir öğretmen adayı ve bir mühendis olacak şekilde düzenlenmiştir. Uygulamada gruplar STEM ders planı geliştirmiş ve hazırladıkları planlar ile sınıfta uygulamalar yürütülmüştür. Veriler sınıf gözlemleri ve ders planlarından toplanmıştır. Sonuçlar, grupların ders planlarında mühendislik tasarım süreçlerini diğer disiplinlerle entegre ettiklerini fakat sınıf içi uygulamalarda bu durumu yeteri kadar yansıtamadıklarını göstermiştir.

3. MATERYAL ve METOT

Bu bölümde araştırmanın deseni, çalışma grubu, pilot ve asıl uygulama süreci, veri toplama araçları, verilerin toplanması ve analizi, geçerlik-güvenirlilik ile ilgili bilgiler yer almaktadır.

3.1 Araştırmanın Deseni

Bu çalışmada; STEM ders planı geliştirme ve uygulama sürecinin fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM tutumlarına, entegre STEM öğretim yönelimlerine ve anlayışlarına, bilgi işlemsel düşünme becerilerine ve hazırladıkları STEM ders planlarının niteliğine etkisi incelenmiştir. Bu amaç doğrultusunda çalışmada nitel ve nicel yöntemlerin birlikte kullanıldığı karma yöntem kullanılmıştır. Karma yöntem araştırması, araştırmacının nicel ve nitel araştırma yaklaşımlarını birlikte kullandığı bir araştırma modelidir (Johnson vd. 2007). Karma yöntem araştırmaları, bir çalışma içerisinde nicel ve nitel yaklaşımları birleştirilmesi olarak tanımlanır (Creswell 2007) ve bütüncül bir anlayış sağlar (Davies 2000).

Karma yöntem, araştırmacının daha anlaşılır bir çalışma yürütmesine olanak sağlamaktadır (Greene 2005). Johnson ve Onwuegbuzie (2004)'ye göre de karma yöntem araştırmaları, nicel ve nitel arasında bağlantı kurulmasına yardımcı olmaktadır. Aynı zamanda nicel ve nitel yöntemlerin birlikte kullanılması, bu iki yöntemin birbirilerine göre üstün veya zayıf yönlerinin telafisini sağlamaktadır (Creswell 2007). Tek bir yöntem ile sınırlı olmaması (Baki ve Gökçek 2012), daha güçlü deliller sunması, geniş çaplı ve karmaşık araştırma sorularını cevaplama olanağının fazla olması (Johnson ve Onwuegbuzie 2004) ve araştırma problemi hakkında derinlemesine bilgi sağlaması sebebiyle (Merriam 2009) bu çalışmada, karma yöntemin kullanılması uygun görülmüştür.

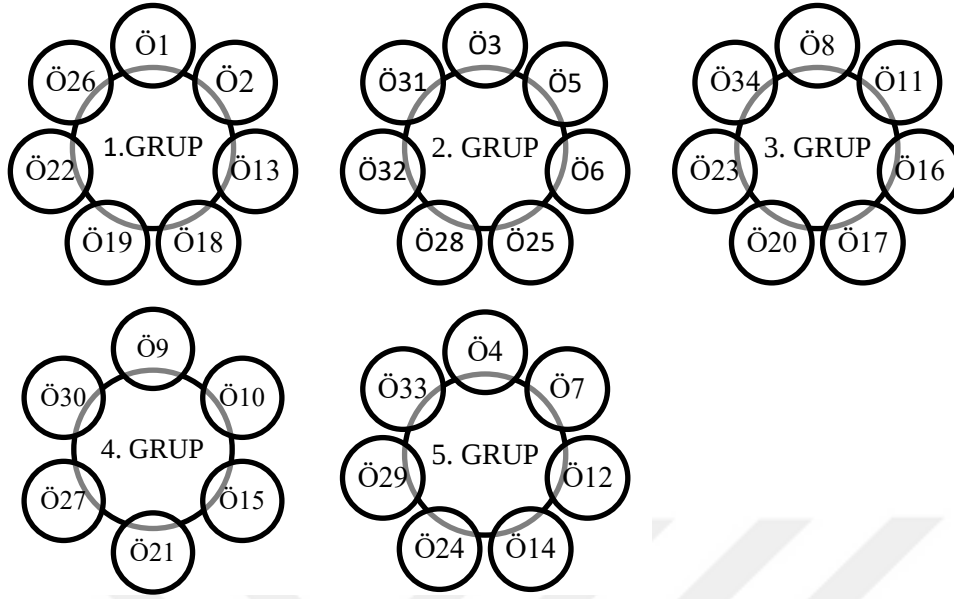
Karma yöntem desenleri, nitel ve nicel verilerin toplanma sırası ve zamanına göre çeşitlilik göstermektedir. Süreç içinde deneysel bir müdahale olduğu, nicel ve nitel veri toplama araçlarının iç içe kullanılması nedeniyle bu araştırmada iç içe karma yöntem

deseni kullanılmıştır. Bu deseni Creswell ve Plano Clark (2011), deneysel süreci içine alması, nicel ve nitel verilerin araştırma sürecinde eş zamanlı toplanması nedeniyle iç içe deneysel desen olarak adlandırmaktadır. Araştırmada farklı soruların cevaplanmasında tek verinin yeterli olmaması ve müdahale sürecini derinlemesine incelemek amacıyla bu desen seçilmiştir. İç içe karma desen araştırmada müdahalenin etkilerini derinlemesine inceleme olağanı sunmaktadır.

3.2 Çalışma Grubu

Bu araştırmanın çalışma grubunu, Ege bölgesinde bulunan bir üniversitede öğrenim gören 3. sınıf fen bilgisi öğretmen adayları oluşturmaktadır. Çalışmaya, 7 erkek, 27 kadın olmak üzere toplam 34 fen bilgisi öğretmen adayı katılmıştır. Çalışma grubu seçilirken amaçlı örnekleme yöntemlerinden biri olan ölçüt örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Ölçüt örnekleme, araştırma problemiyle ilgili olarak belirlenen nitelikte bireylerin seçilmesidir (Patton 2002). “Fen Öğrenme ve Öğretim Yaklaşımları” ve “Fen Öğretim Programları” derslerini başarıyla tamamlamış olmaları çalışma grubunun seçiminde ölçüt olarak belirlenmiştir. Bu dersleri başarı ile tamamlayan öğretmen adaylarının sınıf içi uygulamalarda; güncel fen öğretim programı hakkında, yöntem, teknik, araç-gereç ve materyal kullanımında yetkin ve öğretmen yeterliklerine sahip olduğu kabul edilmiştir.

Çalışma grubundaki bireylerin gizliliğini korumak amacıyla öğretmen adayları Ö1, Ö2, Ö3,...,Ö34 şeklinde kodlanmıştır. Literatür incelendiğinde öğretmen veya adayların ders planlamalarını gruplar halinde gerçekleştirmeleri, bireysel çalışmalarına oranla daha iyi sonuçlar verdiğini göstermektedir (van de Pol vd. 2012, Hong 2014). Bu sebeple çalışma boyunca öğretmen adaylarının gruplar halinde çalışması uygun görülmüştür. Çalışma grubu araştırmacı tarafından beş gruba ayrılmıştır. Grupların belirlenmesinde; adayların akademik başarıları, cinsiyetleri ve yetenekleri göz önüne alınarak heterojen dağılım göstermesine dikkat edilmiştir. Katılımcılar araştırma boyunca belirlenen gruplarda sürece dahil olmuştur. Gruplarda bulunan kişiler, kodlar halinde Şekil 3.1’de sunulmuştur.



Şekil 3.1 Öğretmen adayları çalışma grupları.

3.3 Çalışma Ortamı

Bu çalışmanın tamamı fakültede bulunan fen laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Uygulama koşullarını sağlayan en iyi ortam olması sebebiyle fen laboratuvarı seçilmiştir. Laboratuvarın seçilme nedenleri şu şekilde sıralanabilir:

- Grup çalışmalarına olanak sağlayan masa düzenine sahiptir.
- Çalışmaların gerçekleştirilmesi için geniş bir alana sahiptir.
- Çalışmada ihtiyaç olabilecek gerekli malzeme, donanıma ve teknolojik cihazlara sahiptir.

3.4 STEM Ders Planları

Bu çalışmada veri toplama kaynaklarından biri öğretmen adaylarının gruplar halinde hazırladıkları STEM ders planlarıdır. Verilen teorik bilgilerin ardından oluşturulan beş gruptan seçtikleri kazanımlara uygun STEM ders planı geliştirmeleri beklenmiştir. Ders için ayrılan süre, kazanım, sınıf düzeyi gibi konularda esneklik sağlanmış ve grupların tercihinne bırakılmıştır. Ders planlarının geliştirilmesi ve hazırlanan STEM ders planlarının akranlarının öğrenci olduğu sınıfta uygulamaları istenmiştir. Uygulama

sonunda STEM ders planlarının son hali verilmiştir. İlk ve son ders planları araştırmacı tarafından toplanmıştır. Her gruptan ilk ve son olmak üzere iki tane ve toplamda 10 STEM ders planı elde edilmiştir. Grupların hazırlamış oldukları STEM ders planları, değerlendirme aracı ile puanlanmıştır. Hazırlanan STEM ders planları Ek 7, Ek 8, Ek 9 Ek 10, Ek 11’de sunulmuştur.

3.5 Veri Toplama Araçları

Fen bilgisi öğretmen adaylarının ve STEM ders planlarının veri kaynağını oluşturduğu bu çalışmada, iç içe karma desenin doğası gereği nicel ve nitel veri toplama araçları bir arada kullanılmıştır. Nicel veri toplama sürecinde “STEAM Tutum Ölçeği”, “Entegre FeTeMM Öğretimi Yönelim Ölçeği” ve “Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği” kullanılmıştır. Kullanılan ölçekler uygulama öncesi ve sonrasında olmak üzere katılımcılara iki defa uygulanmıştır. Nitel veri toplama sürecinde ise odak grup görüşme formu kullanılmıştır. Yarı yapılandırılmış olarak hazırlanan bu görüşme, katılımcıların entegre STEM anlayışlarındaki değişimi belirlemek amacıyla uygulama önce ve sonrasında olmak üzere iki defa gerçekleştirilmiştir. Hazırlanan STEM ders planlarının incelenmesi aşamasında “STEM Entegrasyonu Müfredat Değerlendirme Aracı” kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan veri toplama araçlarının hangi veri kaynağından toplandığı ve uygulamanın hangi aşamasında toplandığı Tablo 3.1’de özetlenmiştir.

Tablo 3.1 Veri toplama araçlarına ilişkin bilgiler.

Veri Toplama Aracı	Nicel	Nitel	Uygulama öncesi	Uygulama esnasında	Uygulama sonrasında	Veri kaynağı
STEAM Tutum Ölçeği	X		X		X	Öğretmen adayları
Entegre FeTeMM Öğretimi Yönelim Ölçeği	X		X		X	Öğretmen adayları
Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği	X		X		X	Öğretmen adayları
Yarı Yapılandırılmış Odak Grup Görüşme Formu		X	X		X	Öğretmen adayları
STEM Entegrasyonu Müfredat Değerlendirme Aracı	X	X		X	X	STEM ders planları

Çalışma boyunca kullanılan veri toplama araçlarına ait bilgiler, başlıklar halinde ayrıntılı olarak sunulmuştur.

3.5.1 STEAM Tutum Ölçeği

Katılımcıların uygulama sürecindeki STEM tutumlarındaki değişimi belirlemek amacıyla Kim ve Bolger (2017) tarafından geliştirilen ve Çevik ve Ata (2019) tarafından Türkçeye uyarlanan “STEAM Tutum Ölçeği” kullanılmıştır. Ölçek; “ilgi” ($\alpha=0,90$), “algılanan yetenek” ($\alpha=0,83$), “değer verme” ($\alpha=0,85$) olmak üzere üç boyut ve toplam 25 maddeden oluşmaktadır. Üç boyut toplam varyansın %54,91’ini açıklamaktadır. “Çok az”, “az”, “fazla”, “çok fazla” olmak üzere dördümlük likert tipi olarak geliştirilmiştir. Öleekten alınacak en düşük puan 25 iken en yüksek puan 100’dür. Öleekte toplam 11 ters madde bulunmaktadır. Boyutlara ait madde sayıları ve bu araştırma kapsamında hesaplanan Cronbach Alfa katsayıları (α) Tablo 3.2’de sunulmuştur.

Tablo 3.2 STEAM Tutum Öleğine ilişkin bilgiler.

Öleek ve Alt Boyutlar	Madde sayısı	α (ön test)	α (son test)
İlgi Boyutu	12	0,95	0,90
Algılanan Yetenek Boyutu	5	0,69	0,83
Değer Verme Boyutu	8	0,94	0,92
Toplam	25	0,95	0,89

3.5.2 Entegre FeTeMM Öğretimi Yönelim Öleği

Katılımcıların uygulama sürecinde entegre STEM öğretimi yönelimlerindeki değişimi belirlemek amacıyla Lin ve Williams (2016) tarafından geliştirilmiş ve Hacıömeroğlu ve Bulut (2016) tarafından Türkçeye uyarlanan “Entegre STEM Öğretimi Yönelim Öleği” kullanılmıştır. 7’li likert tipi olarak hazırlanan öleekte toplam 31 madde bulunmaktadır. “Bilgi” ($\alpha=0,86$), “değer” ($\alpha=0,87$), “tutum” ($\alpha=0,86$), “sübjektif ölçüt” ($\alpha= 0,69$) ve “algılanan davranış kontrolü ve davranışsal yönelimi” ($\alpha=0,93$) olmak üzere 5 boyuttan oluşmaktadır. Öleğin Cronbach Alfa katsayısı 0,94’tür. Beş boyut toplam varyansın %63,09’unu açıklamaktadır. Boyutlara ait madde sayıları ve bu araştırma kapsamında hesaplanan Cronbach Alfa katsayıları (α) Tablo 3.3’de sunulmuştur.

Tablo 3.3 Entegre STEM Öğretimi Yönelim Ölçeğine ilişkin bilgiler.

Ölçek ve Alt boyutlar	Madde sayısı	α (ön test)	α (son test)
Algılanan Davranış Kontrolü ve Davranışsal Yönelimi Boyutu	10	0,98	0,96
Tutum Boyutu	7	0,96	0,88
Değer Boyutu	5	0,97	0,89
Sübjektif Ölçüt Boyutu	4	0,90	0,94
Bilgi Boyutu	5	0,83	0,80
Toplam	31	0,98	0,96

3.5.3 Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği

Katılımcıların uygulama sürecinde bilgi işlemsel düşünme becerilerindeki değişimi belirlemek amacıyla Korkmaz vd. (2017) tarafından geliştirilen “Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği” kullanılmıştır. 6 maddesi ters olmak üzere toplam 29 maddeden oluşmaktadır. “Yaratıcılık” ($\alpha=0,84$), “algoritmik düşünme” ($\alpha=0,87$), “işbirlikçilik” ($\alpha=0,87$), “eleştirel düşünme” ($\alpha=0,78$) ve “problem çözme” ($\alpha=0,73$) olmak üzere toplam 5 boyuta sahiptir. 5’li likert tipi olarak hazırlanmış bu ölçekten alınacak en düşük puan 29 iken en yüksek puan 145’tir. Ölçeğin tamamı toplam varyansın %56,12’sini açıklamaktadır. Boyutlara ait madde sayıları ve bu araştırma kapsamında hesaplanan Cronbach Alfa katsayıları (α) Tablo 3.4’de sunulmuştur.

Tablo 3.4 Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeğine ilişkin bilgiler.

Ölçek ve Alt boyutlar	Madde sayısı	α (ön test)	α (son test)
Yaratıcılık Boyutu	8	0,92	0,73
Algoritmik Düşünme Boyutu	6	0,89	0,85
İşbirlikçilik Boyutu	4	0,94	0,94
Eleştirel Düşünme Boyutu	5	0,91	0,85
Problem Çözme Boyutu	6	0,89	0,86
Toplam	29	0,97	0,92

3.5.4 Yarı Yapılandırılmış Odak Grup Görüşme Formu

Araştırmaya katılan öğretmen adaylarının entegre STEM öğretim anlayışlarındaki değişimi belirlemek amacıyla araştırmacı tarafından yarı yapılandırılmış odak grup görüşme formu hazırlanmıştır. Bireysel görüşmelere göre araştırmanın problemine yönelik daha detaylı bilgi toplama olanağı sağladığı için (Krueger ve Casey 2014) bu

araştırmada, odak grup görüşmesinin kullanılmasına karar verilmiştir. Araştırmacı, araştırma sorusunu dikkate alarak öncelikle 10 görüşme sorusu hazırlanmıştır. Hazırlanan görüşme soruları için dört uzman (iki fen eğitimi ve STEM alan uzmanı, iki ölçme-değerlendirme uzmanı) görüşü alınmıştır. Uzman görüşleri doğrultusunda sorular tekrar düzenlenmiştir. Hazırlanan sorular kendi içinde bölümlere ayrılmış ve sorulara sondalar eklenmiştir. Düzenlenen görüşme sorularının amaca uygunluğunu ve anlaşılabilirliğini test etmek amacıyla pilot uygulama gerçekleştirilmiştir. Odak grup görüşmelerinde pilot uygulamanın gerçeği yansıtması için asıl uygulamadaki grubun birey sayısı kadar kişiyle gerçekleştirilmesi önerilmektedir (Yıldırım ve Şimşek 2016). Bu nedenle altı kişilik öğretmen adayı grubu ile pilot uygulama gerçekleştirilmiş olup görüşme sorularının anlaşılır ve amaca uygun olduğu tespit edilmiştir. Görüşme, uygulama öncesinde ve uygulama sonrasında olmak üzere iki defa gerçekleştirilmiştir. Uygulamanın başında oluşturulan beş grup ile ön ve son olmak üzere iki ve toplamda on odak grup görüşmesi gerçekleştirilmiştir. Yarı yapılandırılmış odak grup görüşme formu Ek 3'te sunulmuştur.

3.5.5 STEM Ders Planı Değerlendirme Aracı (STEM Entegrasyonu Müfredat Değerlendirme Aracı)

Öğretmen adaylarının uygulama öncesi ve sonrasında hazırladıkları STEM ders planlarını incelemek amacıyla Guzey vd. (2016a)'nin geliştirmiş olduğu “STEM Integration Curriculum Assessment (STEM-ICA)” aracı kullanılmıştır. Değerlendirme aracı toplam dokuz kategoriden oluşmaktadır. Her kategori 0 ile 4 arasında toplam 5 puanlık bir puanlama sistemine sahiptir. Puanlar; 0=yok, 1=zayıf, 2=yeterli, 3=iyi, 4=mükemmel olarak adlandırılmıştır. Toplam alınabilecek en düşük puan 0, en yüksek puan 36'dır. Kategorilerin kolay puanlanması için her kategoriye ait yönlendirici sorular bulunmaktadır. Değerlendirme aracında, her kategorinin puanlanması ve sonrasında tercih edilen puanın nedeninin açıklandığı bir bölüm yer almaktadır. İngilizce olarak geliştirilmiş bu araç, araştırmacı tarafından Türkçeye uyarlanmıştır. Literatür incelendiğinde uyarlama için çeviri, geri çeviri, uzman görüşlerinin alınması ve geçerlik-güvenirliğin sağlanması aşamalarının olduğu bilinmektedir (International Test Commission [ITC] 2018). Bu doğrultuda, değerlendirme aracının Türkçeye uyarlanmasında şu aşamalar takip edilmiştir:

1. Çeviri: Orijinal rubriğin dil kültürü hakkında bilgi sahibi ve ana dili Türkçe olan iki farklı dil uzmanı tarafından rubrik Türkçeye çevrilmiştir. Sonrasında araştırmacı ve dil uzmanları bir araya gelerek çevirilerin değerlendirilmesi yapılmıştır. Yapılan çevirilerde Türkçeyi en iyi temsil eden ifadeler belirlenmiştir.

2. Geri Çeviri: Farklı bir dil uzmanı tarafından Türkçeye uyarlanmış ölçek İngilizceye çevrilmiştir. Araştırmacı, geri çevirisi yapılan rubrik ile orijinal halini dil uzmanları ile tartışmış, anlam kaymasının olup olmadığı kontrol edilmiştir.

3. Uzman Toplantısı: Üç STEM uzmanı, aracın tüm versiyonlarını ele alarak bir değerlendirme yapmış, çevirideki yetersiz kalan ifadeler ve tutarsızlıklar belirlenmiştir. Uzmanlar çeviriyi dil, içerik ve anlatım yönüyle değerlendirmiştir. Gerekli düzenlemeler yapılmıştır.

4. Pilot Uygulama: Öğretmen adaylarının hazırladıkları fakat bu araştırmanın veri kaynağında yer almayan STEM ders planlarından rastgele iki tane seçilmiştir. STEM ve fen eğitimi alanında uzman iki araştırmacı, seçilen iki STEM ders planını hem orijinal hem de Türkçeye uyarlanmış araç ile ayrı ayrı puanlamıştır. İki araştırmacı birbirinden bağımsız olarak puanladıkları veriler yorumlanarak her kategoriye ait puanlamanın ne doğrultuda yapıldığı tartışılmıştır. Böylece uzmanların kategorilerdeki ifadeleri aynı bağlamda anlayıp anlamadıkları tespit edilmiştir. Orijinal ve uyarlanan rubrikten elde edilen puanların benzer olduğuna karar verilmiştir.

5. Uzman Görüşü: Orijinal ve Türkçeye uyarlaması yapılan değerlendirme aracı, 2 eğitim programı, 4 STEM, 3 fen eğitimi ve 1 ölçme-değerlendirme uzmanına gönderilmiştir. Uzmanlardan gelen dönütlerle aracın kullanımına uygun olduğuna karar verilmiştir.

Uyarlanan değerlendirme aracı; “Motive Edici ve İlgi Çekici Bağlam”, “Mühendislik Tasarım Zorluğu”, “Bilim İçeriğinin Entegrasyonu”, “Matematik İçeriğinin Entegrasyonu”, “Öğretim Stratejileri”, “Takım Çalışması”, “İletişim”, “Performans ve

Biçimlendirici Değerlendirme”, “Organizasyon” kategorilerinden oluşmaktadır. Değerlendirme aracının Türkçe formatı Ek 6’da sunulmuştur.

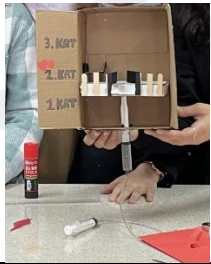
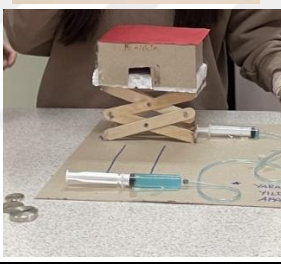
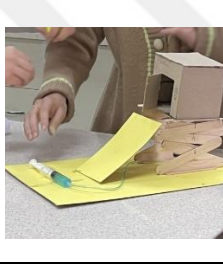
3.6 Pilot Uygulama Süreci

Pilot uygulama, 2021-2022 eğitim-öğretim yılı bahar döneminde 3. sınıf fen bilgisi öğretmen adayları ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmaya 32 öğretmen adayı katılmıştır. Uygulama, haftada iki saat olmak üzere toplam 12 hafta sürmüştür. Her grup sekiz kişi olmak üzere toplam dört grup oluşturulmuştur. Öğretmen adayı grupları, araştırmacı tarafından heterojen olması dikkate alınarak belirlenmiştir. Uygulamanın ilk haftasında çalışma grubuna; çalışmanın amacı, uygulama süreci ve süresi hakkında genel bilgiler verilmiş ve araştırma için katılım onayları alınmıştır.

Uygulama öncesinde, çalışmaya katılan öğretmen adaylarına “Entegre FeTeMM Öğretimi Yönelim Ölçeği” ve “STEAM Tutum Ölçeği” uygulanmıştır. Ölçekler katılımcılara Google Forms aracılığıyla ulaştırılmıştır. Uygulamanın ilk dört haftası, STEM ile ilgili teorik bilgiler sunulmuştur. Teorik konular içerisinde STEM öğretiminin tarihsel gelişimi, Türkiye’de ve diğer ülkelerde STEM öğretimi, entegre STEM, STEM ders planı geliştirme süreci, mühendislik tasarım süreci, girişimcilik konularına yer verilmiştir. Uygulamanın altıncı haftasında, bilişim uzmanı bir akademisyen davet edilmiş ve öğretmen adaylarına STEM öğretiminde teknolojinin yeri ve kodlama ile ilgili teorik bilgi verilmiştir. Öğretmen adayları, uzman ile birlikte kodlama uygulamaları gerçekleştirmiştir.

Teorik bilgiler tamamlandıktan sonra öğretmen adayları, gruplar halinde STEM ders planları geliştirmiştir. Geliştirilen STEM ders planları, sınıfta uygulanmıştır. Her hafta bir grup STEM ders planını, akranlarının öğrenci olduğu sınıfta uygulamasını gerçekleştirmiştir. Uygulamalar boyunca katılımcılar ile informal görüşmeler gerçekleştirilmiş ve süreç araştırmacı tarafından gözlemlenmiştir. Son hafta ise son testler uygulanarak pilot uygulama tamamlanmıştır.

Tablo 3.5 Pilot uygulama sürecindeki grup tasarımları.

	1.Grubun tasarımları	2.Grubun tasarımları	3.Grubun tasarımları	4.Grubun tasarımları
1.Uygulama				
2.Uygulama				
3.Uygulama				
4.Uygulama				

Pilot çalışma boyunca yapılan gözlemlerden, öğrenci görüşlerinden ve uzman görüşlerinden yararlanılarak çeşitli eksikliklerin olduğu tespit edilmiştir. Bu eksikliklerin asıl uygulamada yaşanmaması için alınması gereken önlem ve değişiklikler şu şekildedir:

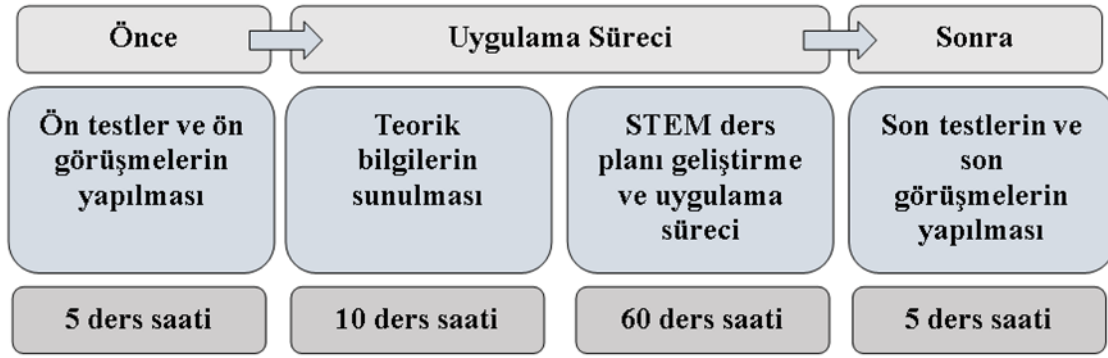
1. Uygulama, haftada iki saat olmak üzere toplam 12 hafta olarak tasarlanmıştı fakat pilot uygulama sonunda bu sürecin kısa olduğu sonucuna varıldı. Gerçek uygulama haftada 5 saat olmak üzere toplam 16 hafta olarak düzenlendi.
2. Pilot uygulamada, her grubun STEM uygulamasını sınıfta gerçekleştirmesi için bir hafta süre tanınmıştır. Katılımcılar görüşlerinde, bu sürenin çok kısıtlı olduğunu belirtmiştir. Aynı zamanda uygulama aşamasında sınıf gözlemi yapan 3 uzman da

aynı görüşü dile getirmesi nedeniyle gerçek uygulamada, her grubun STEM ders planının sınıfta uygulaması için iki hafta süre verilmiştir.

3. Pilot uygulamada, öğrenci grupları sekizer kişi olmak üzere toplam dört grup oluşturulmuştur. Gruptaki birey sayısının iş dağılımı yapma sürecinde sıkıntılara neden olduğu ve sayının fazla olduğu sonucuna varılmıştır. Gerçek uygulamada öğrenci grupları altışar kişi olmak üzere beş gruba ayrılması kararı alınmıştır.
4. Pilot uygulamada toplam iki ölçek öğretmen adaylarına uygulanmıştır. Süreç içerisinde yapılan gözlemler sonucunda yeni araştırma soruları eklenmiştir. Gerçek uygulamaya “Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği” dahil edilmiştir.
5. Pilot uygulamada öğrenciler ile informal görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Görüşmelerin yapılandırılmış hale getirilerek analiz edilmesinin diğer sonuçları destekleyeceği sonucuna varılmıştır. Bu nedenle gerçek uygulamanın öncesinde ve sonrasında yarı yapılandırılmış odak grup görüşmelerine yer verilmesi kararı alınmıştır.
6. Pilot uygulamada her grubun ders planları araştırmacı ve 2 fen eğitimi alan uzmanı tarafından incelenerek gruplara düzeltmeler verilmiştir. Öğretmen adaylarının hazırlamış oldukları STEM ders planlarının niteliğindeki değişimi incelemek için literatürde daha önceden geliştirilmiş olan STEM Entegrasyonu Müfredatı Değerlendirme Aracı’nın (STEM-ICA) kullanılmasına karar verilmiştir.

3.7 Asıl Uygulama Süreci

Pilot uygulamada tasarlanan sürenin yeterli olmaması nedeniyle asıl uygulama sürecinin süresinin arttırılmasına karar verilmiştir. Literatürde, katılımcıların tutum ve inanç geliştirmeleri dahası öğrendiklerini sınıflarında uygulama isteklerini olumlu yönde geliştirmek için öğretmenlik meslek gelişim programlarının en az 80 saat olması gerektiği belirtilmiştir (Supovitz ve Turner 2000, Çorlu 2017).



Şekil 3.2 Asıl uygulama süreci.

Bu çalışma, 2022-2023 eğitim-öğretim yılı güz döneminde Fen Öğretimi 1 dersi kapsamında gerçekleştirilmiştir. Her hafta 5 ders saati olmak üzere toplam 16 haftalık bir uygulamadan oluşmaktadır. Bu uygulama kapsamında öğretmen adaylarının STEM ders planı geliştirme ve uygulama süreci incelenmiştir. Uygulamanın birinci haftasında katılımcılara uygulama hakkında bilgi verilmiş, çalışmaya katılmak için onayları alınmıştır ve ön testler uygulanmıştır. Öğretmen adayları araştırmacı tarafından gruplara ayrılmıştır. Her grupta altı veya yedi kişi olmak üzere toplam beş grup oluşturulmuştur. Uygulamadan önce yarı yapılandırılmış odak grup görüşmeleri gerçekleştirilmiştir. İki ve üçüncü hafta, araştırmacı tarafından katılımcılara STEM ve ders planı hazırlama ile ilgili teorik bilgiler aktarılmıştır. Teorik bilgiler arasında; STEM, STEM öğretimi, STEM entegrasyonu, fen eğitiminde STEM, mühendislik tasarım süreci, girişimcilik, pazarlama, STEM ders planı hazırlama ve uygulama ile ilgili başlıklar bulunmaktadır. Teorik bilgilerin devamında bir bilişim uzmanı sınıfa davet edilmiş ve STEM öğretiminde teknoloji ve kodlama konuları üzerine bir eğitim vermiştir. Ardından katılımcılar kodlamayla ilgili örnek uygulamalar gerçekleştirmiştir.

Üçüncü haftanın sonunda her gruptan öğretim programındaki kazanımlarla ilişkilendirebilecekleri bilgi temelli hayat problemi hazırlamaları istenmiştir. Dördüncü hafta, gruplar hazırladıkları problem senaryolarını ve seçtikleri kazanımları sınıfta sunmuştur. 3 uzman (1 STEM uzmanı, 1 fen eğitimi uzmanı, 1 eğitim programı uzmanı), öğrencilerin problem senaryolarını dinleyerek geri dönüt ve düzeltmeler vermiştir. Verilen geri dönüt ve düzenlemeler doğrultusunda grupların senaryolarına ilişkin STEM ders planlarını tamamlamaları istenmiştir. Beşinci hafta, gruplar geliştirdikleri STEM

ders planlarının son halini 3 uzmana sunmuşlar ve bu doğrultuda uzmanlar ders planı ve uygulamaya yönelik görüşlerini bildirmiştir. Gruplar, sınıfta uygulamasını gerçekleştirecekleri bu planları verilen dönütlerle birlikte tekrar düzenlemiştir. Gruplara hazırladıkları STEM ders planlarını sınıfta uygulamaları için iki hafta süre verilmiştir. Her grubun toplam 10 saatlik sürede STEM ders planlarını akranlarının öğrenci olduğu sınıfta uygulamaları beklenmiştir. STEM uygulamaları, hazırlayan grubun sınıfa rehberlik ederek öğretmen rolünde olduğu diğer grupların ise öğrenci rolünde olduğu bir uygulama şeklinde ilerlemiştir. Geri dönüt ve düzeltmeler doğrultusunda grupların 5E öğrenme modeline göre hazırladıkları STEM ders planlarını sınıfta uygulayarak planlarının uygulanabilirliğini test etmişlerdir. Gruplar sınıfta uygulanan STEM uygulamalarına öğrenci rolünde dahil olmuş ve grup halinde çalışmalarını gerçekleştirmiştir. Uygulamanın sonunda her grup kendi tasarımını ortaya koymuştur. Her STEM uygulaması haftada 5 saat olmak üzere toplamda 2 hafta sürmüştür.

Dersin giriş aşamasında öncelikle bir önceki konuya yönelik bilgiler yoklanmış ardından bilgi temelli hayat problemi dört gruba sunulmuştur. Keşfetme aşamasında, problemi fark etmeleri beklenerek grup üyelerinin üzerinde tartışmaları için süre verilmiştir. Açıklama aşamasında her grup, senaryoya yönelik olan problem cümlesini ifade etmiş ve bu yönde hazırlayacakları tasarımın özelliklerini sınıfta sunmuştur. Derinleştirme aşamasında gruplar prototipini çizdikleri tasarımları oluşturmuşlardır. Bu süreçte uygulamayı yapan grup üyeleri diğer gruplara rehberlik ederek öğretmen rolünde olmuştur. Değerlendirme aşamasında grupların oluşturdukları ürünler test edilmiş daha önceden belirlenmiş rubriğe göre tasarımlar değerlendirilmiştir. Değerlendirme aşamalarında 3 uzman da gözlem yapmak için sınıfta bulunmuştur ve süreç ile ilgili değerlendirme yapmıştır. Her grup için tekrarlanan bu sürecin sonunda uygulamaya yönelik olumlu ve olumsuz eleştiriler yapılmıştır.

Uygulama sürecine ait görsellere Ek 12’de sunulmuştur. Dokümanların güvenli olarak saklanması ve öğretmen adaylarının ders planlarını teslim edebilmelerini kolaylaştırmak için üniversitenin ALMS altyapısından yararlanılmıştır. Uygulama süreci ve grupların uygulamaları ayrıntılı olarak Tablo 3.6’da sunulmuştur.

Tablo 3.6 Asıl uygulama sürecinin çalışma takvimi.

Hafta	Saat	Tarih	Asıl Uygulama
1. hafta	3	28.09.2022	Katılımcılara uygulama hakkında bilgi verilmiş ve gönüllü onam formları imzalanmıştır. Uygulama sürecince öğretmen adaylarının birlikte çalışacakları gruplar oluşturulmuştur.
	2	29.09.2022	Yarı yapılandırılmış odak grup görüşmeleri gerçekleştirilmiştir. Google Forms aracılığıyla ön testler uygulanmıştır.
2. hafta	3	05.10.2022	STEM, STEM öğretimi, STEM entegrasyonu, fen eğitiminde STEM konu başlıklarında teorik bilgiler verilmiştir.
	2	06.10.2022	Mühendislik tasarım süreci, girişimcilik ve pazarlama konuları işlenmiştir.
3. hafta	3	12.10.2022	STEM ders planı geliştirme ve uygulama ile ilgili teorik bilgi verilmiştir. Örnek ders planları incelenmiştir.
	2	13.10.2022	Bilişim uzmanı tarafından öğrencilere kodlama ile ilgili temel bilgiler verilmiş, STEM’de teknoloji ve kodlamanın yerinden bahsedilmiştir. Kodlamayla ilgili örnek uygulamalar yapılmıştır.
4. hafta	3	19.10.2022	Her grup hazırladıkları Bilgi Temelli Hayat Problemlerini sınıfta sunmuştur.
	2	20.10.2022	3 uzman tarafından sunulan problemler dinlenmiş ve gruplara geri dönüt ve düzeltmeler verilmiştir.
5. hafta	3	26.10.2022	Her grup verilen düzeltmeler doğrultusunda STEM ders planlarını hazırlamış ve sınıfta sunmuştur.
	2	27.10.2022	Sunulan STEM ders planları 3 uzman tarafından incelenmiş, her gruba geri dönüt ve düzeltmeler verilmiştir.
6. hafta	3	2.11.2022	1. grup Bilgi Temelli Hayat Problemi ile derse giriş yapmıştır. Grup üyeleri ders planlarının 1E, 2E ve 3E aşamalarını tamamlamıştır.
	2	3.11.2022	1. grubun ders planının 4E aşamasında öğrenci rolünde olan diğer grupların probleme çözüm önerisi geliştirmesi ve prototipinin oluşturulması beklenmiştir.
7. hafta	3	9.11.2022	Her grup ürünlerine son halini vermiş ve test etmiştir.
	2	10.11.2022	1. grubun ders planının 5E aşamasında her grup ürününü pazarlamış, tüm grupların ürünü test edilmiş ve birinci seçilmiştir.
8. hafta	3	16.11.2022	2. grup Bilgi Temelli Hayat Problemi ile derse giriş yapmıştır. Grup üyeleri ders planlarının 1E, 2E ve 3E aşamalarını tamamlamıştır.
	2	17.11.2022	2. grubun ders planının 4E aşamasında öğrenci rolünde olan diğer grupların probleme çözüm önerisi geliştirmesi ve prototipinin oluşturulması beklenmiştir.
9. hafta	3	23.11.2022	Her grup ürünlerine son halini vermiş ve test etmiştir.
	2	24.11.2022	2. grubun ders planının 5E aşamasında her grup ürününü pazarlamış, tüm grupların ürünü test edilmiş ve birinci seçilmiştir.
10. hafta	3	30.11.2022	3. grup Bilgi Temelli Hayat Problemi ile derse giriş yapmıştır. Grup üyeleri ders planlarının 1E, 2E ve 3E aşamalarını tamamlamıştır.
	2	01.12.2022	3. grubun ders planının 4E aşamasında öğrenci rolünde olan diğer grupların probleme çözüm önerisi geliştirmesi ve prototipinin oluşturulması beklenmiştir.
11. hafta	3	7.12.2022	Her grup ürünlerine son halini vermiş ve test etmiştir.
	2	8.12.2022	3. grubun ders planının 5E aşamasında her grup ürününü pazarlamış, tüm grupların ürünü test edilmiş ve birinci seçilmiştir.
12. hafta	3	14.12.2022	4. grup Bilgi Temelli Hayat Problemi ile derse giriş yapmıştır. Grup üyeleri ders planlarının 1E, 2E ve 3E aşamalarını tamamlamıştır.
	2	15.12.2022	4. grubun ders planının 4E aşamasında öğrenci rolünde olan diğer grupların probleme çözüm önerisi geliştirmesi ve prototipinin oluşturulması beklenmiştir.
13. hafta	3	21.12.2022	Her grup ürünlerine son halini vermiş ve test etmiştir.
	2	22.12.2022	4. grubun ders planının 5E aşamasında her grup ürününü pazarlamış, tüm grupların ürünü test edilmiş ve birinci seçilmiştir.
14. hafta	3	28.12.2022	5. grup Bilgi Temelli Hayat Problemi ile derse giriş yapmıştır. Grup üyeleri ders planlarının 1E, 2E ve 3E aşamalarını tamamlamıştır.
	2	29.12.2022	5. grubun ders planının 4E aşamasında öğrenci rolünde olan diğer grupların probleme çözüm önerisi geliştirmesi ve prototipinin oluşturulması beklenmiştir.
15. hafta	3	04.01.2023	Her grup ürünlerine son halini vermiş ve test etmiştir.
	2	05.01.2023	5. grubun ders planının 5E aşamasında her grup ürününü pazarlamış, tüm grupların ürünü test edilmiş ve birinci seçilmiştir.
16. hafta	3	11.01.2023	Uygulama sonrasında yarı yapılandırılmış odak grup görüşmeleri gerçekleştirilmiştir.
	2	12.01.2023	Google Forms aracılığıyla son testler uygulanmıştır.

Her grubun uygulamalarını gerçekleştirmeleri için toplam 10 ders saati verilmiştir. Grupların hazırlamış oldukları STEM ders planları ve grup tasarımlarına ilişkin bilgiler ayrıntılı olarak sunulmuştur.

3.7.1 Birinci Grubun Hazırlamış Olduğu STEM Ders Planına İlişkin Bilgiler

1. grup STEM ders planında sıvı ve gaz basıncında faydalanarak bir kulübe inşası tasarımını amaçlamıştır. Etkinliklerinin adını “Selden Etkilenmeyen Kulübe olarak belirlemiştir. Ders planlarında basit elektrik devresi, sıvı ve gaz basıncı, ısı yalıtımı, yıkıcı doğa olayları (fen bilimleri içeriğinin entegrasyonu) kavramlarına yer verilmiştir. Sahildeki balıkçı kulübesinin Karadeniz’in hırçın sularından en az etkilenmesi için hareketli bir kulübe (bağlam) fikri, dersin giriş aşamasında kullanılmıştır. Bir çocuğun dilinden kaleme alınarak çevre bakanına yazılan yazı (müşteri mektubu), sınıftaki gruplara yazılı olarak dağıtılmasını içermektedir. Gözlem, analiz, geometrik çizimler, kenar-açı ve dört işlem becerilerini (matematik içeriği entegrasyonu) barındırmaktadır. Senaryo içinde ısı yalıtımlı su deposu, atık sular için filtrasyon sistemini (mühendislik tasarımı) barındırmaktadır. İçinde mühendislik süreçlerine, fen bilimlerine ait olan mühendislik tasarım defteri de planda yer almaktadır. Öğrenci tasarımlarının değerlendirilmesi için rubrik, akran değerlendirme araçları bulunmaktadır (ölçme değerlendirme). Grubun STEM ders planı Ek 7’de yer almaktadır. Ders planının uygulamasına ait bilgiler Tablo 3.7’de sunulmuştur.

Tablo 3.7 Birinci grubun STEM ders planının uygulamasına ilişkin bilgiler.

Uygulamanın adı: Selden Etkilenmeyen Kulübe				
Uygulamayı yürüten grup: 1.grup				
Zaman: 6 ve 7. Hafta Süre: 10 saat/2 hafta				
Grup Tasarımları				
1. Grup	2. Grup	3. Grup	4. Grup	5. Grup
				

3.7.2 İkinci Grubun Hazırlamış Olduğu STEM Ders Planına İlişkin Bilgiler

2. grup basit makineler konusunu içeren ders planında asansör sistemini keşfetmelerini sağlayan ve günlük hayatı kolaylaştıracak bir düzenek tasarlanmasını amaçlamıştır. Grupların problemi fark etmeleri için bir çocuğun ağzından yazılmış bir mektubu içermektedir (müşteri mektubu). Senaryo Karadeniz bölgelerinde bulunan serender yapılarına uygun bir asansör sistemine ihtiyacını konu almıştır (bağlam). Bölgenin iklim koşullarını göz önünde bulundurarak nem ve yağışlara dirençli, engebeli araziye uygun ve belirlenen yükü taşınması beklenen bir asansör sistemi tasarımı olması gereken özellikler olarak belirtilmiştir (mühendislik tasarımı). Ders planında problem çözme, proje tabanlı öğrenme stratejileri (öğretim stratejisi) kullanılmıştır. Basit makineler, elektrik, hareket enerjisi, ısı yalıtımı konularını (fen içeriğinin entegrasyonu) içeren bir ders planıdır. Grubun STEM ders planı Ek 8’de yer almaktadır. Ders planının uygulamasına ait bilgiler Tablo 3.8’de sunulmuştur.

Tablo 3.8 İkinci grubun STEM ders planının uygulamasına ilişkin bilgiler.

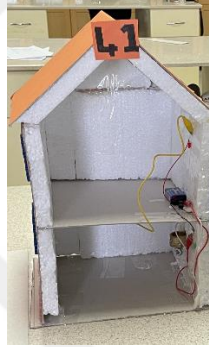
Uygulamanın adı: Asansörlü Yeni Nesil Serender				
Uygulamayı yürüten grup: 2. Grup				
Zaman: 8 ve 9. Hafta Süre: 10 saat/2 hafta				
Grup Tasarımları				
1. Grup	2. Grup	3. Grup	4. Grup	5. Grup
				

3.7.3 Üçüncü Grubun Hazırlamış Olduğu STEM Ders Planına İlişkin Bilgiler

3. grup ders planlarında deprem farkındalığı kazandırmayı amaçlayan ve ayrıca depreme yönelik önemleri ele alan bir ders planı tasarlamıştır. Ders planı matematik, fen biliminin yanı sıra sosyal bilgiler ve sanat disiplinleriyle de ilişkilendirilmiştir. Ses yalıtımı, elektrik devreleri, gerilim, yıkıcı doğa olayları (fen içeriği entegrasyonu) ve

kare, dikdörtgen ve uzunluk ölçme (matematik içeriğinin entegrasyonu) gibi konuları barındırmaktadır. Ders planında yaşam ve bilimsel süreç becerilerine yer verilmiştir. Elâzığ valisinin konut projesi üzerine yazılan senaryo, mühendis ve mimarlara talimat verilmesini (bağlam) içermektedir. Grubun STEM ders planı Ek 9’da yer almaktadır. Ders planının uygulamasına ait bilgiler Tablo 3.9’da sunulmuştur.

Tablo 3.9 Üçüncü grubun STEM ders planının uygulamasına ilişkin bilgiler.

Uygulamanın adı: Depreme Hazır Konut Projesi				
Uygulamayı yürüten grup: 3. Grup				
Zaman: 10 ve 11. Hafta Süre: 10 saat/2 hafta				
Grup Tasarımları				
1. Grup	2. Grup	3. Grup	4. Grup	5. Grup
				

3.7.4 Dördüncü Grubun Hazırlamış Olduğu STEM Ders Planına İlişkin Bilgiler

4. grup bir haber yazısından yola çıkan çevre dostu, nehirdeki çöpleri toplayacak ve enerjisini kendi üretecek bir köprü (bağlam) tasarımını içine alan bir ders planı geliştirmiştir. Tasarlanan köprünün yeterli yüke karşı dayanıklı olması, ışıklandırma için elektriğini kendi üretmesi, nehirdeki çöpleri toplayacak bir sistemin olması (mühendislik tasarımı) beklenmektedir. Alternatif enerji kaynakları, enerji dönüşümü, biyoçeşitlilik, nesli tükenen canlılar konularını ele almaktadır (fen içeriğinin entegrasyonu). Ders planında tartışma, beyin fırtınası, soru-cevap tekniklerine yer verilmiştir (öğretim stratejisi). Tasarım çizim kâğıdı, test etme ve denemelerini kaydedecekleri tablolar, mühendislik tasarım defteri olarak ders planına eklenmiştir. Grup değerlendirmesi, rubrikler gibi değerlendirme araçları (ölçme değerlendirme) oluşturulmuştur. Grubun STEM ders planı Ek 10’da yer almaktadır. Ders planının uygulamasına ait bilgiler Tablo 3.10’da sunulmuştur.

Tablo 3.10 Dördüncü grubun STEM ders planının uygulamasına ilişkin bilgiler.

Uygulamanın adı: Çevre Dostu Köprü
Uygulamayı yürüten grup: 4. grup
Zaman: 12 ve 13. Hafta **Süre:** 10 saat/2 hafta

Grup Tasarımları				
1. Grup	2. Grup	3. Grup	4. Grup	5. Grup
				

3.7.5 Beşinci Grubun Hazırlamış Olduğu STEM Ders Planına İlişkin Bilgiler

5. grup yüksek katlı yapılar için zorluk teşkil eden cam silme tasarımını içine alan bir ders planı tasarlamıştır. Camın iç ve dış yüzünü hem hidrolik sistemin (fen içeriğinin entegrasyonu) hem kodlamanın olduğu bir sistem ile temizlenmesi amaçlanmaktadır. Ayrıca plan katı basıncı, sürtünme kuvveti içeriğini de barındırmaktadır. Soru-cevap, beyin fırtınası gibi tekniklere (öğretim stratejileri) yer verilmiştir. Dersin aşamaları yönlendirici sorularla desteklenmiştir. Grubun STEM ders planı Ek 11’de yer almaktadır. Ders planının uygulamasına ait bilgiler Tablo 3.11’de sunulmuştur.

Tablo 3.11 Beşinci grubun STEM ders planının uygulamasına ilişkin bilgiler.

Uygulamanın adı: Kendini Temizleyen Cam
Uygulamayı yürüten grup: 5. grup
Zaman: 14 ve 15. Hafta **Süre:** 10 saat/2 hafta

Grup Tasarımları				
1. Grup	2. Grup	3. Grup	4. Grup	5. Grup
				

3.8 Verilerin Analizi

Araştırmada kullanılan nicel ve nitel veri toplama araçlarının analizinde kullanılan yöntemler detaylı olarak aşağıda sunulmuştur.

3.8.1 Nicel Verilerin Analizi

Araştırmada; “STEAM Tutum Ölçeği”, “Entegre FeTeMM Öğretimi Yönelim Ölçeği” ve “Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği” nicel veri toplama araçları olarak kullanılmıştır. Bu ölçeklerden elde edilen veriler istatistiksel paket programı ile analiz edilmiştir. Ölçekler, uygulama öncesi ve sonrasında olmak üzere iki defa uygulanmıştır. Katılımcıların ölçeklerden aldıkları puanların analizine karar verirken bazı kriterler dikkate alınmıştır. Analizde parametrik veya non-parametrik testlerin yapılmasına karar verilirken öncelikle puanların normal dağılım gösterme durumları incelenmiştir. Field (2009), bağımlı gruplar için normallik dağılımında fark puanlarındaki normalliğe bakılmasını önermiştir. Bu nedenle ön test-son test fark puanları hesaplanarak normallik dağılımını sağlama durumu kontrol edilmiştir. Verilerin normal dağılım göstermesi durumunda parametrik, normal dağılım göstermemesi durumunda non-parametrik analizlerin kullanılmasına karar verilmiştir. Normallik dağılımı için verilerin çarpıklık-basıklık değerleri kontrol edilmiştir. Çarpıklık-basıklık katsayı sınırları -2 ve 2 (George ve Mallery 2010) olarak belirlenmiş, bu değerler arasında olan verilerin normal dağılım gösterdiği kabul edilmiştir. Katılımcıların ön ve son test puanları arasında anlamlı farklılığın olup olmama durumuna karar verilirken normal dağılım şartını sağlayan veriler için Bağımlı Gruplar t-Testi, normal dağılım şartını sağlamayan veriler için Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılmıştır.

Ölçekten alınan puanların analiz edilmesinin yanında ölçeklerde bulunan alt boyutlar da analiz edilmiştir. Bu analizlerle birlikte verilere ait ortalama minimum-maksimum değerler, standart sapma, frekans gibi betimsel istatistikler de analiz edilerek bulgular bölümünde sunulmuştur.

İstatistiksel veri analizleri anlamlı bir farkın olup olmadığı hakkında bilgi vermesine karşın bu farkın etki büyüklüğüyle ilgili bilgi sunmamaktadır. Nitelikli istatistiksel sonuçlar elde etmek için anlamlı farkın çıkması durumunda etki büyüklüğünün de hesaplanmasının önemini ve mutlaka raporlanması gerektiği vurgulamaktadır (American Psychological Association [APA] 2001). Bundan dolayı analizlerde anlamlı farkın çıkması durumunda etki büyüklüğü hesaplanmıştır. Cohen d etki büyüklüğü değeri hesaplanırken formül (3.1) kullanılmıştır.

$$d = \frac{t}{\sqrt{n}} \quad (3.1)$$

d: Cohen d değeri

t: t-testi değeri

n: katılımcı sayısı

Hesaplamalar sonucunda $d < 0,20$ ise küçük, $0,50 < d < 0,80$ ise orta, $0,80 < d$ ise büyük etki büyüklüğüne sahip olduğu kabul edilmiştir (Cohen 1988). Bu değerler dikkate alınarak elde edilen bulgular yorumlanmıştır.

3.8.2 Nitel Verilerin Analizi

Araştırmada, yarı yapılandırılmış odak grup görüşme formu ve STEM ders planı değerlendirme aracı nitel veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Nitel veriler betimsel ve içerik analizine tabii tutulmuştur. Yapılan analizler aşağıda ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

3.8.2.1 Yarı Yapılandırılmış Odak Grup Görüşmelerinin Analizi

Uygulama öncesi ve sonrasında öğretmen adaylarının entegre STEM öğretim anlayışlarını belirlemek amacıyla odak grup görüşmeleri gerçekleştirilmiştir. Uygulama için heterojen dağıtılmış çalışma grupları, odak gruplar olarak belirlenmiştir. 5 farklı grupla gerçekleştirilen görüşmeler yarı yapılandırılmış olarak gerçekleştirilmiştir. Görüşmelerin tamamı katılımcı izni alınarak ses kaydına alınmıştır. Odak grup

görüşmelerinden elde edilen veriler, araştırmacı tarafından transkript edilerek yazıya dökülmüştür. Elde edilen ön ve son görüşmelerdeki verileri derinlemesine açıklayabilmek ve ilişkiler kurabilmek amacıyla (Yıldırım ve Şimşek 2016) içerik analizi yapılmıştır. Verilerden çıkarılan kavramlara yönelik kodlama yapılmıştır. Bu analizde araştırma amacına göre boyutlar saptanmaya çalışılır (Yıldırım ve Şimşek 2016).

Yazıya dökülen görüşler iki uzman tarafından birbirinden bağımsız olarak kodlanmıştır. İki uzman tarafından oluşturulan kodlar tartışılmış ve kodlar arasında uyum yüzdesi hesaplanmıştır. Puanlayıcılar arasındaki uyumu hesaplamak için $[Görüş\ birliği / (Görüş\ Birliği\ Görüş\ Ayrılığı) \times 100]$ formülü kullanılmıştır (Miles ve Huberman 1994) ve uyum %90 olarak hesaplanmıştır. Araştırma soruları ve STEM ders planlarının analizi dikkate alınarak kategoriler oluşturulmuştur. Verilerin analizinde elde edilen kod ve kategoriler tablolar halinde sunulmuştur. Ayrıca bulgular bölümünde doğrudan alıntılar ile katılımcıların görüşlerine yer verilmiştir.

3.8.2.2 STEM Ders Planlarının Analizi

Öğretmen adaylarından oluşan grupların hazırladıkları STEM ders planları belirlenen çerçeve dikkate alınarak betimsel analiz yapılmıştır. STEM ders planlarının değerlendirilmesinde Guzey vd. (2016a) tarafından geliştirilen STEM-ICA aracı kullanılmıştır. Literatürde var olan kavramsal çerçeveden yola çıkarak bir betimleme yapılması nedeniyle betimsel analiz yapılmıştır (Yıldırım ve Şimşek 2016). STEM ders planlarının değerlendirilmesinde belirlenen kategoriler şu şekildedir:

1. Motive edici ve ilgi çekici bağlam
2. Mühendislik tasarım zorluğu
3. Bilim içeriğinin entegrasyonu
4. Matematik içeriğinin entegrasyonu
5. Öğretim stratejileri
6. Takım çalışması
7. İletişim
8. Performans ve biçimlendirici değerlendirme

9. Organizasyon

Değerlendirme aracına göre her kategori 0 ile 4 arasında puanlandırılmaktadır. İki araştırmacı, yukarıdaki kategorileri içeren değerlendirme aracını kullanarak 10 STEM ders planını puanlamıştır. Birbirinden bağımsız olarak yapılan puanlamalar sonunda araştırmacılar tarafından verilen puanlar karşılaştırılmış ve görüş birliğine ulaşılan kadar tartışılarak kategorilere verilen nihai puanlar belirlenmiştir.

Grupların her kategorisinden aldıkları ilk ve son puanlar tablolastırılmış ve betimsel istatistikler yapılmıştır. İlk ve son ders planlarına ait puanlar tablolar halinde sunulmuştur. Uygulama sürecinde, STEM ders planlarındaki değişimi tespit etmek amacıyla Wilcoxon İşaretili Sıralar Testi kullanılmıştır. Bu test ile ilk ve son STEM ders planları arasında anlamlı bir farklılaşmanın olup olmadığı belirlenmiştir. STEM ders planlarından elde edilen veriler, bulgular bölümünde nitel ve nicel olarak tablo ve grafiklerle ile desteklenerek detaylı olarak sunulmuştur.

3.9 Araştırmanın Geçerliği ve Güvenirlik

Bu bölümde, araştırmanın geçerliği ve güvenirliliğini sağlama yöntemleri detaylı olarak ele alınmıştır. Nicel araştırmada geçerlik ve güvenirlilik olarak ifade edilen kavramlar nitel araştırmanın doğasına uygun farklı kavramlarla anılmaktadır. Bu kapsamda nitel araştırmalarda “iç geçerlik” yerine “inandırıcılık”, “dış geçerlik” yerine “aktarılabirlik”, “iç güvenirlilik” yerine “tutarlık”, “dış güvenirlilik” yerine “teyit edilebilirlik” kavramlarının kullanılması tercih edilmektedir.

3.9.1 Geçerlik

Bu çalışmada hem nitel hem nicel süreçlerin geçerliği için alınmış önlemler iki başlık altında sıralanmıştır.

3.9.1.1 İç Geçerlik/İnandırıcılık

- Uygulamanın tamamı 16 hafta boyunca aynı gün, aynı saat ve aynı laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Araştırmacının katılımcılar ile birlikte uzun süre birlikte olması katılımcıları daha iyi anlamasını sağlamıştır. Uzun süre aynı ortamda bulunma güvene dayalı bir ortamın oluşmasına yardımcı olmaktadır (Streubert ve Carpenter 2011).
- Araştırmacı topladığı verilere eleştirel yaklaşmış, verilerin araştırma sorularına yeterli cevap verme durumunu sorgulamış ve toplanan verileri birbiriyle sürekli karşılaştırılarak yorumlamıştır. Bu şekilde derinlik odaklı veri toplamanın iç geçerliği olumlu yönde etkilediği bilinmektedir (Yıldırım ve Şimşek 2006).
- Çalışmanın inandırıcılığını arttırmak amacıyla birden fazla nitel veri toplama aracı kullanılmıştır. Öğretmen adaylarının gruplar halinde hazırladıkları ders planlarında betimsel analiz yapılmıştır. Bu verileri desteklemek ve gelişimleri gözlemlemek için öğretmen adayları ile uygulama öncesi ve uygulama sonrasında yarı yapılandırılmış odak grup görüşmeleri gerçekleştirilmiştir.
- Çalışmanın tüm aşamalarında uzman görüşleri alınmıştır. Araştırma yönteminin belirlenmesinde, veri toplama araçlarının ve çalışma grubunun seçiminde, verilerin analizinde alanında uzman akademisyenler (fen eğitimi uzmanı, STEM eğitimi uzmanı, eğitim programları uzmanı) görüşleri ve geri dönütleriyle katkı sağlamıştır. Araştırmaya uzman incelemesinin katılmış olması inandırıcılığı arttırmaktadır.
- Katılımcı teyidi araştırmanın inandırıcılığını arttıran faktörlerden biridir (Lincoln ve Guba 1985). Araştırma kapsamında yapılan ön ve son görüşmelerden elde edilen yanıtlar katılımcılarla paylaşılarak doğruluğu teyit edilmiştir.
- Nicel ölçme araçlarının tamamı ön ve son olmak üzere toplam iki kez uygulanmıştır. Ön ve son testlerde uygulanan ölçekler aynıdır. Ön ve son testlerde kullanılan tüm ölçekler, aynı ortam ve benzer koşullarda uygulanmıştır.

3.9.1.2 Dış Geçerlik/Aktarılabirlik

- Çalışma sonuçlarının aktarılabirliğini sağlamak amacıyla çalışma grubu, uygulama süreci, verilerin toplanması ve analizi ayrıntılı bir şekilde betimlenerek aktarılmıştır. Elde edilen bulguların ayrıntılı rapor edilmesi aktarılabirliği sağlamaktadır (Krefting 1991).

- Bulgular bölümünde, görüşmelerden elde edilen sonuçlar ayrıntılı olarak aktarılmış ve katılımcı görüşlerinden doğrudan alıntılara yer verilmiştir.
- Nicel ve nitel verilerin toplanma aşamaları, analizleri ve sonuçları bulgular bölümünde açık bir şekilde sunulmuş; gerekli kısımlarda tablo ve grafiklerden yararlanılmıştır.
- Araştırmanın tamamı ayrıntılı, açık ve anlaşılır bir şekilde yazılmaya özen gösterilmiştir.

3.9.2 Güvenirlik

Bu çalışmada hem nitel hem nicel süreçlerin güvenirliliği için alınmış önlemler iki başlık altında sıralanmıştır.

3.9.2.1 İç Güvenirlik/Tutarlık

- Odak grup görüşmelerinin tutarlı olması amacıyla ön ve son görüşmelerin tamamı bir araştırmacı tarafından yürütmüştür.
- Ses kayıtlarının analizinin tutarlı olması için görüşmelerden elde edilen veriler sadece bir kişi tarafından yazıya geçirilerek transkript edilmiştir. Bu nedenle araştırmacıdan kaynaklanan hatanın önüne geçilmiştir.
- Bağımsız bir araştırmacı tarafından uygulama boyunca gözlem ve denetleme yapılmıştır.

3.9.2.2 Dış Güvenirlik/Teyit Edilebilirlik

- Katılımcıların izni alınarak odak grup görüşmelerinin tamamı ses kaydına alınmıştır.
- Uygulama boyunca yer yer video kayıtları alınmış ve fotoğraflar çekilerek gerekli notlar yazılı olarak kaydedilmiştir.
- Ses kayıtları transkript edildikten sonra iki uzman bağımsız olarak kodlama yapmış ve uyum yüzdesi hesaplanmıştır (Miles ve Huberman1994).
- Araştırma sürecinde oluşan sosyal ortamlar belirlenmiş, araştırmacının konumu açıkça tanımlanmıştır.

3.10 Çalışmanın Yapılması için Gerekli İzinlerin Alınması

Araştırmanın uygulanması için Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu (Evrak Tarih ve Sayısı: 02.09.2022-121602) onayı alınmıştır.

Çalışma grubuna uygulama başlamadan önce araştırmanın amacı, süresi ile ilgili gerekli bilgiler verilmiş ve Gönüllü Onam Formu ile onay alınmıştır. Çalışmada gönüllülük esas olması nedeniyle katılımcılara araştırma sürecinin herhangi bir zamanında hiçbir mazeret göstermeden ayrılacakları hatırlatılmıştır. Kişisel verilerin korunması ile ilgili kurallara uymaya özen gösterilmiştir. Katılımcıların kimlikleri gizli tutulmuş ve üçüncü kişiler ile paylaşılmamıştır. Araştırma boyunca katılımcıların kişisel bilgileri saklanmış, katılımcılar Ö1, Ö2..., Ö34 olarak kodlanarak ifade edilmiştir.

4. BULGULAR

Bu bölümde, araştırma boyunca fen bilgisi öğretmen adaylarından ve hazırlanan STEM ders planlarından toplanan nicel ve nitel verilerin analizinden elde edilen bulgular yer almaktadır. Bulgular, araştırmanın alt problemlerinin sırası dikkate alınarak sunulmuştur.

4.1 STEM’e Yönelik Tutum ile İlgili Bulgular

Araştırmanın birinci alt problemi için uygulama sürecinin fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM tutumlarına etkisi incelenmiştir. STEAM Tutum Ölçeğine ait veriler, katılımcılardan uygulama öncesinde ve sonrasında olmak üzere toplam iki kez toplanmıştır. Ölçekten elde edilen verileri analiz etmek için öncelikle ön test ve son test fark puanlarının normalliği sağlama durumları kontrol edilmiştir. STEAM Tutum Ölçeği ile alt boyutlarının fark puanlarına ilişkin sonuçlar Tablo 4.1’de sunulmuştur.

Tablo 4.1 STEAM Tutum Ölçeği ve alt boyutlarının ön test-son test fark puanlarına ilişkin betimsel istatistik sonuçları.

STEAM Tutum Ölçeği ve Alt Boyutları	n	Min.	Max.	$\bar{x}$	SS	Çarpıklık	Basıklık
İlgi boyutu fark puanı	34	-9,00	27,00	5,12	7,85	1,073	1,493
Algılanan yetenek boyutu fark puanı	34	-3,00	8,00	1,59	2,43	0,271	0,165
Değer boyutu fark puanı	34	-5,00	16,00	1,97	4,50	1,576	2,757
Toplam fark puanı	34	-15,00	44,00	8,68	11,79	0,899	1,856

Tablo 4.1 incelendiğinde STEAM Tutum Ölçeğinin “değer verme” boyutu dışında tüm alt boyutlarında ve ölçeğin tamamında çarpıklık-basıklık değerleri -2 ile +2 arasında yer aldığından normallik varsayımını sağladığı (George ve Mallery 2010) kabul edilmiştir. Değer verme boyutu normal dağılım göstermediği için non-parametrik testlerden biri olan Wilcoxon İşaretli Sıralar Testinin uygulanması uygun görülmüştür. Diğer alt boyutlar ve ölçeğin toplam puanı için Bağımlı Gruplar t-Testi uygulanmıştır. STEAM Tutum Ölçeğinin “ilgi” ve “algılanan yetenek” alt boyutları ile toplam puanına ilişkin Bağımlı Gruplar t-Testi sonuçları Tablo 4.2’de verilmiştir.

Tablo 4.2 STEAM Tutum Ölçeğinden elde edilen puan ortalamalarına ilişkin Bağımlı Gruplar t-Testi sonuçları.

STEAM Tutum Ölçeği ve Alt Boyutlar	Test	$\bar{x}$	SS	t	sd	p	Cohen's d
İlgi boyutu	Ön	32,41	7,58	-3,80	33	0,001*	0,65
	Son	37,53	6,25				
Algılanan Yetenek boyutu	Ön	14,38	2,56	-3,82	33	0,001*	0,65
	Son	15,97	3,23				
STEAM tutum toplam	Ön	75,27	13,36	-4,29	33	0,000*	0,74
	Son	83,94	9,56				

*p<0,05

Tablo 4.2 incelendiğinde, çalışma grubunun alt boyutlarıyla birlikte STEAM Tutum Ölçeğinden aldıkları ön test ve son test puanlarına ilişkin Bağımlı Gruplar t-Testi sonuçları görülmektedir. Yapılan analiz sonucunda bütün alt boyutlarda ve ölçeğin tamamında son test lehine istatistiksel açıdan anlamlı bir fark olduğu bulunmuştur.

Çalışma grubunun STEAM Tutum Ölçeğinde yer alan “ilgi” alt boyutundan aldığı ön test puanlarının ortalaması $\bar{x}=32,41$ iken son test puanlarının ortalaması $\bar{x}=37,53$ 'tür. Analiz sonucunda son test puanları lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur [$t(33)=-3,80$; $p<0,05$]. Bu durum, STEM ders planı geliştirme ve uygulama sürecinin fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM'e olan ilgilerini olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Ayrıca test sonuçlarına göre hesaplanan Cohen's d ($d=0,65$) incelendiğinde etki büyüklüğünün orta düzeyde olduğu görülmektedir.

Çalışma grubunun STEAM Tutum Ölçeğinde yer alan “algılanan yetenek” alt boyutundan aldığı ön test puanlarının ortalaması $\bar{x}=14,38$ iken son test puanlarının ortalaması $\bar{x}=15,97$ 'dir. Analiz sonucunda son test puanları lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur [$t(33)=-3,82$; $p<0,05$]. Bu durum, STEM ders planı geliştirme ve uygulama sürecinin fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM yetenek algılarını olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Ayrıca test sonuçlarına göre hesaplanan Cohen's d ($d=0,74$) incelendiğinde etki büyüklüğünün orta düzeyde olduğu görülmektedir.

Çalışma grubunun STEAM Tutum Ölçeğinden aldığı ön test puanlarının ortalaması $\bar{x}=75,27$ iken son test puanlarının ortalaması $\bar{x}=83,94$ 'tür. Analiz sonucunda son test puanları lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur [$t(33)=-4,29$; $p<0,05$]. Bu durum, STEM ders planı geliştirme ve uygulama sürecinin fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM tutumlarını olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Ayrıca test sonuçlarına göre hesaplanan Cohen's d ($d=0,65$) incelendiğinde etki büyüklüğünün orta düzeyde olduğu görülmektedir.

Tablo 4.3 STEAM Tutum Ölçeğinin “değer verme” alt boyutuna ilişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçları.

		n	Sıra ort.	Sıra top.	Z	p	Cohen's d
Değer verme boyutu	Negatif sıra	3	12,17	36,50			
	Pozitif sıra	16	9,59	153,50	-2,36	0,018*	0,41
	Eşit	15					

* $p<0,05$

Tablo 4.3 incelendiğinde, çalışma grubunun STEAM Tutum Ölçeğinde yer alan “değer verme” alt boyutunda son test puanları lehine anlamlı bir farkın olduğu görülmektedir [$Z(33)=-2,36$; $p<0,05$]. Bu durum, STEM ders planı geliştirme ve uygulama sürecinin fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM'e değer verme durumunu olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Ayrıca test sonuçlarına göre hesaplanan Cohen's d ($d=0,41$) incelendiğinde etki büyüklüğünün düşük düzeyde olduğu görülmektedir.

4.2 Entegre STEM Öğretim Yönelimi ile İlgili Bulgular

Araştırmanın ikinci alt problemi için uygulama sürecinin fen bilgisi öğretmen adaylarının entegre STEM öğretim yönelimlerine etkisi incelenmiştir. Entegre FeTeMM Öğretimi Yönelim Ölçeğine ait veriler, katılımcılardan uygulama öncesinde ve sonrasında olmak üzere toplam iki kez toplanmıştır. Ölçekten elde edilen verileri analiz etmek için öncelikle ön test ve son test fark puanlarının normalliği sağlama durumları kontrol edilmiştir. Entegre FeTeMM Öğretimi Yönelim Ölçeği ile alt boyutlarının ön test ve son test fark puanlarına ilişkin sonuçlar Tablo 4.4'te sunulmuştur.

Tablo 4.4 Entegre FeTeMM Öğretimi Yönelim Ölçeği ve alt boyutlarının ön test-son test fark puanlarına ilişkin betimsel istatistik sonuçları.

Entegre FeTeMM Öğretimi Yönelim Ölçeği ve alt boyutları	n	Min.	Max.	$\bar{x}$	SS	Çarpıklık	Basıklık
Algılanan davranış kontrolü ve davranışsal yönelimi fark puanı	34	-16,00	36,00	4,44	11,27	1,186	2,041
Tutum boyutu fark puanı	34	-11,00	21,00	2,82	7,68	0,831	0,716
Değer boyutu fark puanı	34	-5,00	15,00	2,15	5,25	1,223	0,978
Sübjektif ölçüt boyutu fark puanı	34	-12,00	23,00	4,91	6,46	-0,051	1,535
Bilgi boyutu fark puanı	34	-6,00	15,00	3,12	5,39	0,550	-0,145
Toplam fark puanı	34	-31,00	96,00	17,71	32,34	1,107	1,038

Tablo 4.4 incelendiğinde Entegre STEM Öğretimi Yönelim Ölçeğinin “algılanan davranış kontrolü ve davranışsal yönelimi” boyutu dışında tüm alt boyutlarında ve ölçeğin tamamında çarpıklık-basıklık değerleri -2 ile +2 arasında yer aldığından normallik varsayımını sağladığı (George ve Mallery 2010) kabul edilmiştir. Algılanan davranış kontrolü ve davranışsal yönelimi boyutu normal dağılım göstermediği için non-parametrik testlerden biri olan Wilcoxon İşaretli Sıralar Testinin uygulanması uygun görülmüştür. Diğer alt boyutlar ve ölçeğin toplam puanı için Bağımlı Gruplar t-Testi uygulanmıştır. Entegre STEM Öğretimi Yönelim Ölçeğinin “tutum”, “değer”, “sübjektif ölçüt”, “bilgi” alt boyutları ve toplam puanına ait bulgular Tablo 4.5’te verilmiştir.

Tablo 4.5 Entegre FeTeMM Öğretimi Yönelim Ölçeğinden elde edilen puan ortalamalarına ilişkin Bağımlı Gruplar t-Testi sonuçları.

FeTeMM Öğretimi Yönelim Ölçeği ve Alt Boyutlar	Test	$\bar{x}$	SS	t	sd	p	Cohen’s d
Tutum boyutu	Ön	42,47	7,13	-2,15	33	0,039*	0,37
	Son	45,29	4,53				
Değer boyutu	Ön	31,09	5,47	-2,39	33	0,023*	0,41
	Son	33,24	2,89				
Sübjektif ölçüt boyutu	Ön	19,06	4,62	-4,43	33	0,000*	0,76
	Son	23,97	3,89				
Bilgi boyutu	Ön	27,41	4,77	-3,37	33	0,002*	0,58
	Son	30,53	3,69				
Entegre FeTeMM öğretimi yönelim toplam	Ön	183,97	30,20	-3,19	33	0,003*	0,55
	Son	201,68	18,36				

*p<0,05

Tablo 4.5 incelendiğinde, çalışma grubunun alt boyutlarıyla birlikte Entegre FeTeMM Öğretimi Yönelim Ölçeğinden aldıkları ön test ve son test puanlarına ilişkin Bağımlı Gruplar t-Testi sonuçları görülmektedir. “Tutum”, “değer”, “sübjektif ölçüt”, “bilgi” alt boyutlarında ve ölçeğin toplam puan ortalamasında son test lehine istatistiksel açıdan anlamlı bir fark olduğu bulunmuştur.

Çalışma grubunun Entegre FeTeMM Öğretimi Yönelim Ölçeğinde yer alan “tutum” alt boyutundan aldığı ön test puanlarının ortalaması $\bar{x}=42,47$ iken son test puanlarının ortalaması $\bar{x}=45,29$ ’dur. Analiz sonucunda son test puanları lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur [$t(33)=-2,15$; $p<0,05$]. Bu durum, STEM ders planı geliştirme ve uygulama sürecinin fen bilgisi öğretmen adaylarının entegre STEM öğretim tutumlarını olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Ayrıca test sonuçlarına göre hesaplanan Cohen’s d ($d=0,37$) incelendiğinde etki büyüklüğünün düşük düzeyde olduğu görülmektedir.

Çalışma grubunun Entegre FeTeMM Öğretimi Yönelim Ölçeğinde yer alan “değer” alt boyutundan aldığı ön test puanlarının ortalaması $\bar{x}=31,09$ iken son test puanlarının ortalaması $\bar{x}=33,24$ ’tür. Analiz sonucunda son test puanları lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur [$t(33)=-2,39$; $p<0,05$]. Bu durum, STEM ders planı geliştirme ve uygulama sürecinin fen bilgisi öğretmen adaylarının entegre STEM öğretim değerlerini olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Ayrıca test sonuçlarına göre hesaplanan Cohen’s d ($d=0,41$) incelendiğinde etki büyüklüğünün düşük düzeyde olduğu görülmektedir.

Çalışma grubunun Entegre FeTeMM Öğretimi Yönelim Ölçeğinde yer alan “sübjektif ölçüt” alt boyutundan aldığı ön test puanlarının ortalaması $\bar{x}=19,06$ iken son test puanlarının ortalaması $\bar{x}=23,97$ ’dir. Analiz sonucunda son test puanları lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur [$t(33)=-4,43$; $p<0,05$]. Bu durum, STEM ders planı geliştirme ve uygulama sürecinin fen bilgisi öğretmen adaylarının entegre STEM öğretimine yönelik bakış açılarını olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Ayrıca test

sonuçlarına göre hesaplanan Cohen's d ($d= 0,76$) incelendiğinde etki büyüklüğünün orta düzeyde olduğu görülmektedir.

Çalışma grubunun Entegre FeTeMM Öğretimi Yönelim Ölçeğinde yer alan “bilgi” alt boyutundan aldığı ön test puanlarının ortalaması $\bar{x}=27,41$ iken son test puanlarının ortalaması $\bar{x}=30,53$ 'tür. Analiz sonucunda son test puanları lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur [$t(33)=-3,37$; $p<0,05$]. Bu durum, STEM ders planı geliştirme ve uygulama sürecinin fen bilgisi öğretmen adaylarının entegre STEM öğretim bilgilerini olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Ayrıca test sonuçlarına göre hesaplanan Cohen's d ($d=0,58$) incelendiğinde etki büyüklüğünün orta düzeyde olduğu görülmektedir.

Çalışma grubunun Entegre FeTeMM Öğretimi Yönelim Ölçeğinden aldıkları ön test puanlarının ortalaması $\bar{x}=183,97$ iken son test puanlarının ortalaması $\bar{x}=201,68$ 'dir. Analiz sonucunda son test puanları lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur [$t(33)=-3,19$; $p<0,05$]. Bu durum, STEM ders planı geliştirme ve uygulama sürecinin fen bilgisi öğretmen adaylarının entegre STEM öğretim yönelimlerini olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Ayrıca test sonuçlarına göre hesaplanan Cohen's d ($d= 0,55$) incelendiğinde etki büyüklüğünün orta düzeyde olduğu görülmektedir.

Tablo 4.6 Entegre FeTeMM Öğretimi Yönelim Ölçeğinin “algılanan davranış kontrolü ve davranışsal yönelimi” alt boyutuna ilişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçları.

		n	Sıra ort.	Sıra top.	Z	p	Cohen's d
Algılanan davranış kontrolü ve davranışsal yönelimi boyutu	Negatif sıra	7	11,79	82,50	-2,56	0,010*	0,44
	Pozitif sıra	20	14,78	295,50			
	Eşit	7					

* $p<0,05$

Tablo 4.6 incelendiğinde, çalışma grubunun Entegre FeTeMM Öğretimi Yönelim Ölçeğinde yer alan “algılanan davranış kontrolü ve davranışsal yönelimi” alt boyutunda son test puanları lehine anlamlı bir farkın olduğu görülmektedir [$Z(33)=-2,56$; $p<0,05$]. Bu durum, STEM ders planı geliştirme ve uygulama sürecinin fen bilgisi öğretmen adaylarının entegre STEM öğretimi hakkında davranışsal yönelimleri ve algıladıkları

davranış durumlarını olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Ayrıca test sonuçlarına göre hesaplanan Cohen's d ($d=0,44$) incelendiğinde etki büyüklüğünün düşük düzeyde olduğu görülmektedir.

4.3 Bilgi İşlemsel Düşünme ile İlgili Bulgular

Araştırmanın üçüncü alt problemi için uygulama sürecinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilgi işlemsel düşünme becerilerine etkisi incelenmiştir. Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeğine ait veriler, katılımcılardan uygulama öncesinde ve sonrasında olmak üzere toplam iki kez toplanmıştır. Ölçekten elde edilen sonuçları analiz etmek için öncelikle ön test ve son test fark puanlarının normalliği sağlama durumları kontrol edilmiştir. Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği ve alt boyutlarının ön test ve son test fark puanlarına ilişkin sonuçlar aşağıdaki Tablo 4.7'de sunulmuştur.

Tablo 4.7 Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği ve alt boyutlarının ön test-son test fark puan ortalamalarına ilişkin betimsel istatistik sonuçları.

Bilgi İşlemsel Düşünme ve Alt Boyutlar	n	Min.	Max.	$\bar{x}$	SS	Çarpıklık	Basıklık
Yaratıcılık boyutu fark puanı	34	-7,00	16,00	3,76	6,33	0,626	-0,385
Algoritmik düşünme boyutu fark puanı	34	-12,00	12,00	2,76	4,63	-0,581	2,417
İşbirlikçilik boyutu fark puanı	34	-12,00	8,00	-0,02	5,53	-0,525	-0,100
Eleştirel düşünme boyutu fark puanı	34	-8,00	10,00	1,88	3,62	-0,042	1,440
Problem çözme boyutu fark puanı	34	-12,00	12,00	1,41	4,79	-0,188	1,237
Toplam fark puanı	34	-31,00	55,00	9,79	18,77	0,517	0,311

Tablo 4.7 incelendiğinde Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeğinin “algoritmik düşünme” boyutu dışında tüm alt boyutlarında ve ölçeğin tamamında çarpıklık basıklık değerleri -2 ile +2 arasında yer aldığından normallik varsayımını sağlamaktadır (George ve Mallery 2010). Algoritmik düşünme boyutu normal dağılımı sağlamadığı için non-parametrik testlerden biri olan Wilcoxon İşaretli Sıralar Testinin uygulanması uygun görülmüştür. Diğer alt boyutlar ve ölçeğin toplam puanı için Bağımlı Gruplar t-Testi uygulanmıştır. Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeğinin “yaratıcılık”, “işbirlikçilik”, “eleştirel düşünme” ve

“problem çözme” alt boyutları ile toplam puanına ait Bağımlı Gruplar t-Testi sonuçları Tablo 4.8’de verilmiştir.

Tablo 4.8 Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeğinden elde edilen puan ortalamalarına ilişkin Bağımlı Gruplar t-Testi sonuçları.

Bilgi İşlemsel Düşünme ve Alt Boyutlar	Test	$\bar{x}$	SS	t	sd	p	Cohen’s d
Yaratıcılık boyutu	Ön Son	32,85 36,62	5,60 3,46	-3,47	33	0,001*	0,60
İşbirlikçilik boyutu	Ön Son	16,24 16,21	3,22 4,59	0,03	33	0,975	-
Eleştirel düşünme boyutu	Ön Son	19,09 20,97	3,80 3,56	-3,04	33	0,005*	0,52
Problem çözme boyutu	Ön Son	22,03 23,44	4,63 5,34	-1,72	33	0,095	-
Toplam	Ön Son	112,65 122,44	18,42 15,00	-3,04	33	0,005*	0,52

*p<0,05

Tablo 4.8 incelendiğinde, çalışma grubunun alt boyutlarıyla birlikte Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeğinden aldıkları ön test ve son test puanlarına ilişkin Bağımlı Gruplar t-Testi sonuçları görülmektedir. Yapılan analiz sonucunda “yaratıcılık”, “algoritmik düşünme”, “eleştirel düşünme” alt boyutlarında ve Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeğinde son test lehine istatistiksel açıdan anlamlı bir fark olduğu görülmektedir. “İşbirlikçilik” ve “problem çözme” alt boyutlarında ise istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Çalışma grubunun Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeğinde yer alan “yaratıcılık” alt boyutundan aldığı ön test puanlarının ortalaması $\bar{x}=32,85$ iken son test puanlarının ortalaması $\bar{x}=36,62$ ’dir. Analiz sonucunda son test puanları lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur [$t(33)=-3,47$; $p<0,05$]. Bu durum, STEM ders planı geliştirme ve uygulama sürecinin fen bilgisi öğretmen adaylarının yaratıcılık becerilerini olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Ayrıca test sonuçlarına göre hesaplanan Cohen’s d ($d= 0,60$) incelendiğinde etki büyüklüğünün orta düzeyde olduğu görülmektedir.

Çalışma grubunun Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeğinde yer alan “işbirlikçilik” alt boyutundan aldığı ön test puanlarının ortalaması $\bar{x}=16,24$ iken son test puanlarının ortalaması $\bar{x}=16,21$ ’dir. Analiz sonucunda istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır [$t(33)= 0,03$; $p>0,05$]. Bu durum, STEM ders planı geliştirme ve uygulama sürecinin fen bilgisi öğretmen adaylarının işbirlikçilik becerilerini anlamlı olarak etkilemediğini göstermektedir.

Çalışma grubunun Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeğinde yer alan “eleştirel düşünme” alt boyutundan aldığı ön test puanlarının ortalaması $\bar{x}=19,09$ iken son test puanlarının ortalaması $\bar{x}=20,97$ ’dir. Analiz sonucunda son test puanları lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur [$t(33)=-3,04$; $p<0,05$]. Bu durum, STEM ders planı geliştirme ve uygulama sürecinin fen bilgisi öğretmen adaylarının eleştirel düşünme becerilerini olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Ayrıca test sonuçlarına göre hesaplanan Cohen’s d ($d= 0,52$) incelendiğinde etki büyüklüğünün orta düzeyde olduğu görülmektedir.

Çalışma grubunun Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeğinde yer alan “problem çözme” alt boyutundan aldığı ön test puanlarının ortalaması $\bar{x}=22,02$ iken son test puanlarının ortalaması $\bar{x}=23,44$ ’tür. Analiz sonucunda istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır [$t(33)=-1,72$; $p>0,05$]. Bu durum, STEM ders planı geliştirme ve uygulama sürecinin fen bilgisi öğretmen adaylarının problem çözme becerilerini anlamlı olarak etkilemediğini göstermektedir.

Çalışma grubunun Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeğinden aldığı ön test puanlarının ortalaması $\bar{x}=112,65$ iken son test puanlarının ortalaması $\bar{x}=122,44$ ’tür. Analiz sonucunda son test puanları lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. Bu durum, STEM ders planı geliştirme ve uygulama sürecinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilgi işlemsel düşünme becerilerini olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Ayrıca test sonuçlarına göre hesaplanan Cohen’s d ($d= 0,52$) incelendiğinde etki büyüklüğünün orta düzeyde olduğu görülmektedir.

Tablo 4.9 Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeğinin “Algoritmik Düşünme” Alt Boyutuna İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları.

		n	Sıra ort.	Sıra top.	Z	p	Cohen’s d
Algoritmik düşünme boyutu	Negatif sıra	3	20,50	61,50	-3,38	0,001*	0,58
	Pozitif sıra	26	14,37	373,50			
	Eşit	5					

*p<0,05

Tablo 4.9 incelendiğinde, çalışma grubunun Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeğinde yer alan “algoritmik düşünme” alt boyutunda son test puanları lehine anlamlı bir farkın olduğu görülmektedir [$Z(33)=-3,38$; $p<0,05$]. Bu durum STEM ders planı geliştirme ve uygulama sürecinin fen bilgisi öğretmen adaylarının algoritmik düşünme becerilerini olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Ayrıca test sonuçlarına göre hesaplanan Cohen’s d ($d=0,58$) incelendiğinde etki büyüklüğünün orta düzeyde olduğu görülmektedir.

4.4 Entegre STEM Öğretim Anlayışı ile İlgili Bulgular

Araştırmanın dördüncü alt problemi için uygulama sürecinde fen bilgisi öğretmen adaylarının entegre STEM öğretim anlayışlarındaki değişim incelenmiştir. Uygulama öncesinde ve sonrasında katılımcıların entegre STEM öğretimi ile ilgili görüşleri alınmıştır. Uygulama öncesinde öğretmen adayları ile odak grup görüşmeleri gerçekleştirilmiş ve uygulama sonunda görüşmeler tekrar edilmiştir. Odak grup görüşmelerinde, öğretmen adaylarına entegre STEM öğretimini nasıl tanımladıkları sorusu yöneltilmiştir.

Öğretmen adayları, ön görüşmelerde entegre STEM öğretimini tanımlarken dört disiplini içinde bulunduran bir öğretim olduğunu ve günlük yaşamı konu alan problemleri barındırması gerektiği ile ilgili görüşler belirtmiştir. Buna karşın STEM disiplinlerinin bütünleşik yapısına vurgu yapılmadığı ve disiplinlerin birbirinden ayrı ele alındığı görülmüştür. Ön görüşlerin bir kısmı şu şekildedir:

Öğrencilerin günlük hayat problemlerini içine alan bir öğretim yaklaşımı olarak ele alabiliriz entegre STEM'i. (Ö8-ön)

Konuyla ilgili öğrencilerin kavrayacağı şekilde bir öğretim diyebiliriz bence. Konuyu anlatıp bitirmek yerine konuyu pekiştirecek yöntemler kullanılır. (Ö7-ön)

Matematik, fen, teknoloji ve mühendislik alanlarını ele alan bir öğretimdir. (Ö9-ön)

Öğrenci seviyesine uygun olarak belirlenen içinde matematik ve fen kazanımlarına yer veren bir öğretimidir. Tabii aynı zamanda teknoloji ve mühendisliği de içinde barındırır. (Ö6-ön)

Öğretmen adayları, son görüşmelerde entegre STEM öğretimi ile ilgili tanımlarda disiplinlerin bütünleşik olması ve bu disiplinlerin birbirinde ayrı işlenmemesi konularına vurgu yaptıkları tespit edilmiştir. Son görüşmelerde; ön görüşmelerden farklı olarak entegre STEM öğretiminin mühendislik tasarımı, takım çalışması gibi farklı alanlarına vurgu yapıldığı görülmüştür. Son görüşlerin bir kısmı şu şekildedir:

Konunun kazanımlarına uygun olarak tasarlanmış, sınırlılıkların açık ve net olarak belirtildiği, bilgi temelli hayat problemini içeren bir öğretimdir. (Ö2-son)

Belirlenen bir problem çerçevesinde, senaryoya sahip; içinde fen, matematik, teknoloji ve mühendisliği içeren ve disiplinler arası bir öğretim yaklaşımıdır. (Ö1-son)

Matematik, mühendislik, teknoloji, bilim... Bu disiplinlerin hepsini bütünleşik bir şekilde öğretimine izin veren bir eğitimidir. Öğrenci disiplinleri bir bütün olarak görür. Mühendislik tasarım becerilerini kullanmaya ortam oluşturur. (Ö22-son)

Öğrenciyi merkeze alan, günlük yaşamla ilişki kurmaya olanak sağlayan birden fazla disiplininin bir arada olduğu, öğretmenin oluşturduğu bir problemten yola çıkarak öğrenmeyi içselleştiren bir öğretim olarak tanımlanabilir. Çözüm sonunda farklı ürünler elde edilir. (Ö20-son)

Görüşmeler sonunda katılımcılardan elde edilen veriler analiz edildiğinde entegre STEM öğretimi anlayışlarına yönelik toplam sekiz kategori oluşmuştur. Kodlardan oluşturulan kategoriler ve tema ve Tablo 4.10'da sunulmuştur.

Tablo 4.10 Odak grup görüşmelerinden elde edilen kategoriler.

Tema	Kategoriler
Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Entegre STEM Öğretimi Anlayışları	Motive Edici ve İlgi Çekici Bağlam
	Mühendislik Tasarımı
	Bilim İçeriğinin Entegrasyonu
	Matematik İçeriğinin Entegrasyonu
	Öğretim Model, Yaklaşım, Yöntem ve Teknikleri
	Takım Çalışması
	İletişim
	Ölçme ve Değerlendirme Araçları/Yöntemleri

Görüşmelerden ortaya çıkan kategoriler, öğretmen adaylarının hazırladıkları STEM ders planlarından elde edilen bulgular ile birlikte ele alınarak sunulmuştur.

4.5 Geliştirilen STEM Ders Planları ile İlgili Bulgular

Araştırmanın beşinci alt problemi için fen bilgisi öğretmen adaylarının uygulama sürecinde gruplar halinde hazırladıkları STEM ders planlarının niteliğindeki değişim incelenmiştir. Sürecin başında her grubun hazırladığı ilk STEM ders planı toplanmış; uzmanların verdikleri geri dönütler doğrultusunda düzenlenen ders planları, katılımcılar tarafından akranlarının öğrenci olduğu sınıfta uygulanmıştır. STEM ders planlarının uygulanması için her gruba haftada 5 ders saati olmak üzere toplam 2 hafta süre verilmiştir. Gruplar 10 ders saati sürecinde geliştirdikleri STEM ders planlarını sınıfta uygulamıştır.

Öğretmen adaylarından oluşan beş grup, uygulamada yaşanan eksiklikleri ve zorlukları göz önüne alarak hazırladıkları ders planlarını revize etmiş, STEM ders planlarına son halini vermiştir. Katılımcıların düzenleyerek son halini verdikleri STEM ders planları, araştırmacı tarafından tekrar toplanmıştır. Hazırlanan toplam 10 STEM ders planı, “STEM Entegrasyonu Müfredat Değerlendirme Aracı” ile puanlandırılmıştır. Bu bölümde, hazırlanan STEM ders planlarının içeriğine ve her kategoriden aldıkları

puanlara ilişkin bilgiler yer almaktadır. Grupların hazırlamış oldukları STEM ders planlarına ilişkin bazı bilgiler Tablo 4.11’de sunulmuştur.

Tablo 4.11 Hazırlanan ders planlarına ilişkin bilgiler.

Grup	Süre	Etkinlik Adı	Konu Alanı	
			Fen Bilimleri	Matematik
1. Grup	6 ders saati	Selden Etkilenmeyen Kulübe	Fiziksel Olaylar Madde ve Doğası Canlılar ve Yaşam	Sayılar ve İşlemler Geometri ve Ölçme Veri İşleme
2. Grup	6 ders saati	Asansörlü Yeni Nesil Serender	Fiziksel Olaylar Madde ve Doğası	Sayılar ve İşlemler Geometri ve Ölçme
3. Grup	5 ders saati	Depreme Hazır Konut Projesi	Fiziksel Olaylar Canlılar ve Yaşam	Sayılar ve İşlemler Geometri ve Ölçme Veri İşleme
4. Grup	10 ders saati	Çevre Dostu Köprü	Fiziksel Olaylar Canlılar ve Yaşam	Sayılar ve İşlemler Geometri ve Ölçme Veri İşleme
5. Grup	4 ders saati	Kendini Temizleyen Cam	Fiziksel Olaylar	Sayılar ve İşlemler Geometri ve Ölçme

Tablo 4.11 incelendiğinde, hazırlanan STEM ders planlarının 4 ila 10 ders saatine göre tasarlandığı görülmektedir. Tüm STEM ders planlarında “Fiziksel Olaylar”, “Sayılar ve İşlemler”, “Geometri ve Ölçme” konu alanlarına yer verilmiştir. “Madde ve Doğası” konu alanının sadece 1. ve 2. grubun ders planına dahil edildiği, “Veri İşleme” konu alanının ise 1., 3. ve 4. grubun ders planlarına dahil edildiği tespit edilmiştir. Hazırlanan STEM ders planlarının hiçbirinde “Olasılık” ve “Cebir” konu alanlarına ait kazanımın yer almadığı bulunmuştur.

Hazırlanan 10 STEM ders planı; STEM Entegrasyonu Müfredat Değerlendirme Aracında yer alan “Motive Edici ve İlgi Çekici Bağlam”, “Mühendislik Tasarım Zorluğu”, “Bilim İçeriğinin Entegrasyonu”, “Matematik İçeriğinin Entegrasyonu”, “Öğretim Stratejileri”, “Takım Çalışması”, “İletişim”, “Performans ve Biçimlendirici Değerlendirme”, ve “Organizasyon” kategorileri dikkate alınarak puanlandırılmıştır. Değerlendirme aracında yer alan bu dokuz kategori, 0 ile 4 arasında puanlandırılmış; kategorilerden alınan puanlar toplanarak STEM ders planlarının toplam puanı hesaplanmıştır. Grupların ilk ve son STEM ders planlarında her kategoriden aldıkları puanlar Tablo 4.12’de verilmiştir.

Tablo 4.12 Grupların ilk ve son STEM ders planlarının puanlarına ilişkin radar grafikler.

1. Grup	“Selden Etkilenmeyen Kulübe” başlıklı STEM ders planı 1. grubun ilk ve son ders planları incelendiğinde her kategoride puanın yükseldiği tespit edilmiştir. İlk ders planından alınan toplam puan 11 iken son ders planından alınan toplam puan 25’dir.
2. Grup	“Asansörlü Yeni Nesil Serender” başlıklı STEM ders planı 2. grubun ilk ve son ders planları incelendiğinde her kategorilerde puanın yükseldiği tespit edilmiştir. İlk ders planından alınan puan 14 iken son ders planından alınan toplam puan 29’dur.
3. Grup	“Depreme Hazır Konut Projesi” başlıklı STEM ders planı 3. grubun “Mühendislik Tasarım Zorluğu”, “Öğretim Stratejileri”, “Performans ve Biçimlendirici Değerlendirme” ve “Organizasyon” kategorilerinde ilk ders planlarına göre son puanların yüksek olduğu diğer kategorilerde puanın değişmediği tespit edilmiştir.
4. Grup	“Çevre Dostu Köprü” başlıklı STEM ders planı 4. grubun ilk ve son ders planları incelendiğinde “Matematik İçeriğinin Entegrasyonu”, “Öğretim Stratejileri”, “Takım Çalışması” ve “Organizasyon” kategorilerinde puanların değişmediği diğer kategorilerde ise puanların arttığı tespit edilmiştir.
5. Grup	“Kendini Temizleyen Cam” başlıklı STEM ders planı 5. grubun ilk ve son ders planları incelendiğinde sadece “Matematik İçeriğinin Entegrasyonu” kategorisinden alınan puanın değişmediği diğer kategorilerde son puanların ilk puanlara göre yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.12 incelendiğinde her grubun son STEM ders planlarından aldığı puanın ilk puanlarına göre daha yüksek olduğu görülmektedir. İlk ve son ders planlarının kategorilerine ait puanlar, Tablo 4.13’te sunulmuştur.

Tablo 4.13 Grupların ilk ve son STEM ders planlarından kategorilere göre aldığı puanlara ilişkin bilgiler.

Kategoriler		1. Grup	2. Grup	3. Grup	4. Grup	5. Grup	$\bar{x}$
Motive Edici ve İlgi Çekici Bağlam	İlk	1	2	2	2	1	1,6
	Son	3	3	2	4	4	3,2
Mühendislik Tasarım Zorluğu	İlk	1	1	2	1	2	1,4
	Son	3	4	4	2	4	3,4
Bilim İçeriğinin Entegrasyonu	İlk	2	2	2	2	2	2
	Son	3	4	2	3	3	3
Matematik İçeriğinin Entegrasyonu	İlk	1	1	2	2	2	1,6
	Son	2	2	2	2	2	2
Öğretim Stratejileri	İlk	1	2	3	2	2	2
	Son	3	4	4	2	3	3,2
Takım Çalışması	İlk	2	2	2	2	2	2
	Son	3	3	2	2	4	2,8
İletişim	İlk	1	2	2	2	2	1,8
	Son	3	3	2	3	3	2,8
Performans ve Biçimlendirici Değerlendirme	İlk	1	1	1	1	1	1
	Son	3	3	2	2	2	2,4
Organizasyon	İlk	1	1	2	1	2	1,4
	Son	2	3	4	1	4	2,8
Toplam	İlk	11	14	18	15	16	14,8
	Son	25	29	24	21	29	25,6

Tablo 4.13 incelendiğinde, bütün kategorilerdeki son puanların ilk puanlara göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Ortalama puanlara bakıldığında en fazla artışın “Mühendislik Tasarım Zorluğu” ve “Performans ve Biçimlendirici Değerlendirme” kategorilerinde olduğu tespit edilmiştir. Hiçbir kategoride 0 (yok) puan değerine sahip ders planı bulunmamaktadır. İlk ders planları incelendiğinde, kategorilerden alınan puanların çoğu 1 (zayıf) ve 2 (yeterli) puan arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. 3. grubun “Öğretim Stratejileri” kategorisinden aldığı 3 (iyi) puan dışında ilk ders planlarında 3 (iyi) ve 4 (mükemmel) puan alan kategori bulunmamaktadır. Son ders planları incelendiğinde, alınan puanların 2 (yeterli), 3 (iyi) ve 4 (mükemmel) puan

arasında değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir. Son ders planlarında, 4. grubun “Organizasyon” kategorisi dışında hiçbir kategoride 1 (zayıf) puana rastlanmamıştır. İlk ders planlarından alınan ortalama puan $\bar{x}=14,8$ iken son ders planlarından alınan ortalama puan $\bar{x}=25,6$ ’dır. STEM ders planlarından alınan toplam puanların hangi düzeye karşılık geldiği Tablo 4.14’te belirtilmiştir.

Tablo 4.14 Hazırlanan STEM ders planlarının düzeyine ilişkin ölçüt.

Puan	Düzy
0-8	Yok
9-15	Zayıf
16-22	Yeterli
23-29	İyi
30-36	Mükemmel

Tablo 4.14’te belirlenen düzeyler dikkate alınmış; STEM ders planından alınan toplam puan 0-8 aralığında ise “yok”, 9-15 aralığında ise “zayıf”, 16-22 aralığında ise “yeterli”, 23-29 aralığında ise “iyi”, 30-36 aralığında ise “mükemmel” düzeyde olduğu kabul edilmiştir. Grupların STEM ders planlarından aldıkları toplam puan ve düzeyleri Tablo 4.15’te sunulmuştur.

Tablo 4.15 Grupların ilk ve son STEM ders planlarından aldıkları puanlara ilişkin bilgiler.

	1. grup	2. grup	3. grup	4. grup	5. grup	Ortalama
İlk	11 (zayıf)	14 (zayıf)	18 (yeterli)	15 (zayıf)	16 (yeterli)	14,8 (zayıf)
Son	25 (iyi)	29 (iyi)	24 (iyi)	21 (yeterli)	29 (iyi)	25,6 (iyi)

Tablo 4.15 incelendiğinde; üç grubun ilk STEM ders planlarının zayıf düzeyde, iki grubun ise yeterli düzeyde olduğu görülmektedir. Son ders planları incelendiğinde ise her grubun ilk planlarına göre puanlarını arttığı saptanmıştır. Son STEM ders planlarında dört grup iyi düzeyde, bir grubun ise yeterli düzeyde olduğu bulunmuştur. Ortalama puanlara bakıldığında ise ilk ders planları için zayıf, son ders planları için iyi düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Grupların STEM ders planlarından aldıkları puanlardaki değişimin anlamlı olma durumunu tespit etmek için Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılmıştır. Analize ait sonuçlar Tablo 4.16’da sunulmuştur.

Tablo 4.16 STEM ders planlarının kategori puanlarına ilişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçları.

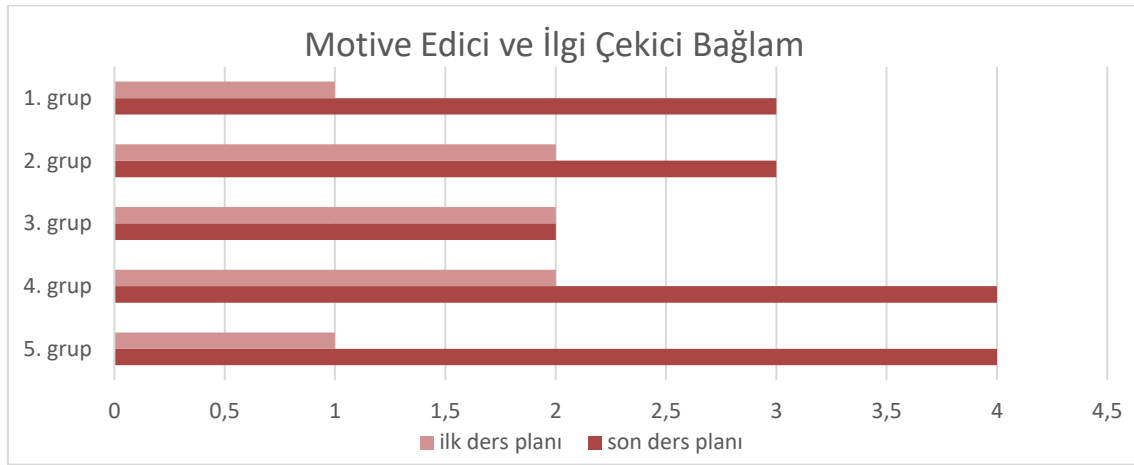
Kategoriler		N	Sıra ort.	Sıra top.	Z	p
Motive Edici ve İlgi Çekici Bağlam	Negatif sıra	0	0,00	0,00	-1,841	0,066
	Pozitif sıra	4	2,50	10,00		
	Eşit	1				
Mühendislik Tasarım Zorluğu	Negatif sıra	0	0,00	0,00	-2,060	0,039*
	Pozitif sıra	5	3,00	15,00		
	Eşit	0				
Bilim İçeriğinin Entegrasyonu	Negatif sıra	0	0,00	0,00	-1,890	0,059
	Pozitif sıra	4	2,50	10,00		
	Eşit	1				
Matematik İçeriğinin Entegrasyonu	Negatif sıra	0	0,00	0,00	-1,414	0,157
	Pozitif sıra	2	1,50	3,00		
	Eşit	3				
Öğretim Stratejileri	Negatif sıra	0	0,00	0,00	-1,857	0,063
	Pozitif sıra	4	2,50	10,00		
	Eşit	1				
Takım çalışması	Negatif sıra	0	0,00	0,00	-1,633	0,102
	Pozitif sıra	3	2,00	6,00		
	Eşit	2				
İletişim	Negatif sıra	0	0,00	0,00	-1,890	0,059
	Pozitif sıra	4	2,50	10,00		
	Eşit	1				
Performans ve Biçimlendirici Değerlendirme	Negatif sıra	0	0,00	0,00	-2,070	0,038*
	Pozitif sıra	5	3,00	15,00		
	Eşit	0				
Organizasyon	Negatif sıra	0	0,00	0,00	-1,890	0,059
	Pozitif sıra	4	2,50	10,00		
	Eşit	1				
Toplam	Negatif sıra	0	0,00	0,00	-2,032	0,042*
	Pozitif sıra	5	3,00	15,00		
	Eşit	0				

*p<0,05

Tablo 4.16 incelendiğinde; “Mühendislik Tasarım Zorluğu” [$Z(4)=-2,060$; $p<0,05$], “Performans ve Biçimlendirici Değerlendirme” [$Z(4)=-2,070$; $p<0,05$] ve toplam puanda [$Z(4)= -2,032$; $p<0,05$] son test puanları lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. Bu durum, STEM ders planı geliştirme ve uygulama süreninin “Mühendislik Tasarım Zorluğu”, “Performans ve Biçimlendirici Değerlendirme”

kategorilerinin ve STEM ders planlarının niteliğine katkı sağladığını göstermektedir. Diğer kategorilerde ise istatistiksel olarak anlamlı bir artış bulunmamıştır. STEM ders planlarında, kategorilere ait değişimler ve katılımcıların entegre STEM öğretimi ile ilgili görüşleri aşağıda ayrıntılı olarak sunulmuştur.

4.5.1 Motive Edici ve İlgi Çekici Bağlam



Şekil 4.1 Motive Edici ve İlgi Çekici Bağlam kategorisinden alınan puanlar.

1. grup, sahildeki balıkçı kulübesinin Karadeniz'in hırçın sularından en az etkilenmesi için bir tasarımı; 2. grup, serender için asansör sistemi; 3. grup, deprem farkındalığı için konut projesi; 4. grup, çevreye duyarlı köprü inşası ve 5. grup, rezidanslar için otomatik cam silme bağlamını kullanmıştır. İlk ders planlarında, bu kategoriden alınan puanlar 1 (zayıf) ile 2 (yeterli) puan aralığında değişmektedir (Şekil 4.1). Hazırlanan ilk ders planında bağlamın, iyi seviyelerde ilgi çekici ve motive edici olmadığı tespit edilmiştir. İlk ders planlarında yer alan senaryoların güncel ve gündelik olaylara vurgu yapmada yeterli olmadığı saptanmıştır. Son ders planları incelendiğinde, grupların bu kategoriden aldığı puanlar 2 (yeterli), 3 (iyi) ve 4 (mükemmel) arasında değişmektedir. Bu kategoride 4. ve 5. grubun en yüksek puanı aldığı bulunmuştur. 4. grubun STEM ders planı; çevresel, küresel ve toplumsal olayları içinde barındırdığı saptanmıştır. “Çevre Dostu Köprü” adını verdikleri etkinlik ile farklı geçmişlere sahip öğrencilerin de dikkatini çekecek bir mühendislik zorluğunu barındırmaktadır. 5. grubun STEM ders planı ise gündelik hayatı kolaylaştırması beklenen bir senaryo ile güçlü bir bağlam sağlanmıştır. “Kendini Temizleyen Cam” isimli ders planı, öğrencilerin geçmiş deneyimlerini ve kodlama

becerilerini de içine alacak şekilde dizayn edilmiştir. 1. ve 2. grubun STEM ders planları motive edici bir bağlam sağlamasına karşın farklı çevreye sahip öğrencilerin ilgisini çekmeme durumunu olduğundan dolayı 3 (iyi) puan almıştır. 3. grubun STEM ders planında “Depreme Hazır Konut Projesi” ise gerçek hayata uygulanabilirliğinin kolay olmaması nedeniyle 2 (yeterli) puan uygun görülmüştür.

Araştırmaya katılan fen bilgisi öğretmen adaylarının entegre STEM öğretiminde motive edici ve ilgi çekici bağlamın özellikleriyle ilgili görüşlerinden çıkarılan kodlar Tablo 4.17’de sunulmuştur.

Tablo 4.17 Odak grup görüşmelerinden elde edilen Motive Edici ve İlgi Çekici Bağlam kategorisine ait kodlar.

Ön Görüşme	Son Görüşme
Merak uyandıran	
Günlük olaylar	
Öğrenci seviyesine uygun	
Gerçek durumlara uyarlanabilme	
Kazanıma uygun olması	-
Öğrenci ihtiyaçlarına yönelik	-
-	Bilgi temelli hayat problemi içermesi
-	Yerel konuları içermesi
-	Çevresel/Toplumsal konuları içermesi
-	Güncel olması
-	Mühendislik tasarımı içermesi

Tablo 4.17 incelendiğinde; katılımcılar ön ve son görüşmelerinde bağlamın “merak uyandıran”, “günlük olaylar”, “öğrenci seviyesine uygun” ve “gerçek durumlara uyarlanabilme” özelliklerine sahip olmasının öğrenciler için motive edici ve ilgi çekici olacağını belirtmiştir. Ön görüşmelerde “kazanıma uygun olması” ve “öğrenci ihtiyaçlarına yönelik” olması özelliklerine vurgu yapılırken son görüşmelerde “bilgi temelli hayat problemi içermesi”, “yerel konuları içermesi”, “çevresel/toplumsal konuları içermesi”, “güncel olması” ve “mühendislik tasarımı içermesi” bağlamın ilgi çekici olmasında belirleyici olduğu ifade edilmiştir.

Ön odak grup görüşmelerinde katılımcıların bağlam ile ilgili kazanıma uygun ve öğrenci seviyesine uygun olması gibi daha genel konuları ele aldıkları tespit edilmiştir. Bu görüşlerin yanı sıra ön görüşmelerde ayrıca gerçek olaylara uyarlanabilme ve günlük

yaşamın içinden olan bir bağlamın öğrenci için daha motive edici bir güce sahip olduğu vurgulanmıştır. “Motive Edici ve İlgi Çekici Bağlam” kategorisine ait ön görüşlerin bir kısmı şu şekildedir:

STEM derslerinde bağlam, öğrencinin öğrenme konularını ve kazanımlarını içermelidir. (Ö5-ön)

Bağlam öğrencinin merakın arttırırsa başarılı olabilir. (Ö29-ön)

Öğrencilerin günlük hayatında karşılaşılabileceği bir bağlam olursa öğrencilerin ilgisi artar. Derste söz alan daha çok öğrenci olur çünkü günlük olaylar öğrencinin dikkatini çeker. (Ö8-ön)

Doğada olan olayların ele alınması... Yani öğrenci o konuyu gerçek bir durumda uygulama fırsatı yakalarsa motive edici olur. (Ö1-ön)

Bir öğretmen olarak bir bağlamda öğrenci ihtiyaçlarını gözetirim. Bu onların ilgisini çeker. (Ö11-ön)

Katılımcıların son odak görüşmelerinde, bağlam ile ilgili mühendislik tasarım süreci ve bilgi temelli hayat problemi gibi konu başlıklarının da içinde bulunduğu görüşlere yer vererek STEM’in doğasını daha fazla ele aldıkları görülmüştür. Ayrıca son görüşlerde katılımcılar, toplumsal ve çevresel konuların öğrenciyi motive etmede etkili olduğundan bahsetmiştir. Katılımcılar, son görüşmelerde ön görüşmeye göre bağlam ile ilgili daha detaylı örnekler vererek STEM öğretimine vurgu yaptıkları tespit edilmiştir. “Motive Edici ve İlgi Çekici Bağlam” kategorisine ait son görüşlerin bir kısmı şu şekildedir:

Günlük hayat bağlamı öğrencinin ilgisini çeker. (Ö27-son)

Öğrencinin çevresindeki olaylar konu alındığında ilgi artar ve problemi çözmek için öğrenci istekli olur. (Ö26-son)

Bağlam güncel olayı içinde barındırıyorsa, örneğin pandemi zamanında aşı ve virüslerle ilgili bir bağlam öğrenciyi daha çok motive edebilir. (Ö20-son)

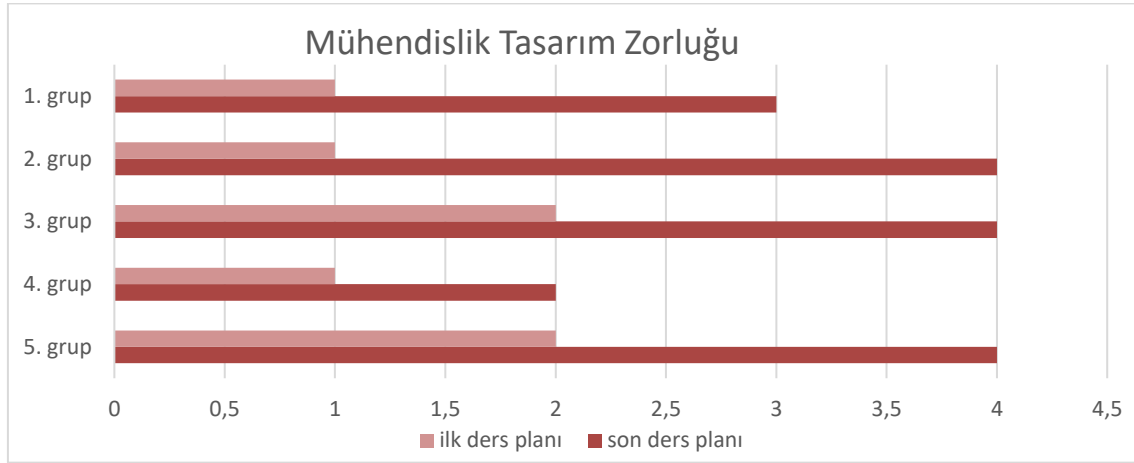
Bağlamda gerçek hayat problemine yer verilmesi öğrencilerin merak etmesine ve konuyu bir mühendis, bir mimar olarak ele almalarını sağlar... (Ö1-son)

Mühendislik tasarım sürecini içine alan bir öğrenme ortamı tasarlamamız gerekiyor... Amacımız öğrenciyi derse katmaksa etkili olabilir. Çünkü mühendisliği içeren ya da el

becerisi gerektiren durumlarda öğrencinin ilgisi artıyor. Bağlamda mühendisliği de kapsayan bir konu olmalı. (Ö22-son)

Çevre kirliliği, çevre sorunları, küreselleşen dünya gibi konular öğrencinin ilgisini daha çok çeker. (Ö25-son)

4.5.2 Mühendislik Tasarım Zorluğu



Şekil 4.2 Mühendislik Tasarım Zorluğu kategorisinden alınan puanlar.

Bu kategori incelenirken STEM ders planlarında mühendislik tasarım süreçlerine, mühendislik becerilerine, tasarım zorluğuna ne derecede yer verildiği analiz edilmiştir. Hazırlanan ilk ders planlarında bu kategoriden alınan puanlar 1 (zayıf) ile 2 (yeterli) arasında değişkenlik gösterirken son ders planlarında 2 (yeterli), 3 (iyi) ve 4 (mükemmel) puanlar elde edilmiştir (Şekil 4.2). Her grubun puanlarının son ders planlarında yükseldiği ve bu sonucun anlamlı olduğu görülmüştür (Tablo 4.16). İlk ders planlarında mühendislik tasarım süreçlerine yeterince ele alınmadığı, geliştirilen son ders planlarında mühendislik tasarım süreç ve becerilerine daha çok yer verildiği tespit edilmiştir. Örneğin “Çevreye Dostu Köprü” etkinliğini geliştiren 4. grup, mühendislik tasarım zorluğuna yer vermesine rağmen tasarım süreçlerinden biri olan test etme, deneme gibi aşamalara yer vermemiştir. “Asansörlü Yeni Nesil Serender”, “Depreme Hazır Konut Projesi” ve “Kendini Temizleyen Cam” planları tüm mühendislik süreçlerini tam olarak yansıttığı için 4 (mükemmel) puan almıştır. Örneğin “Asansörlü Yeni Nesil Serender” ve “Depreme Hazır Konut Projesi” planlarında risk, maliyet hesaplama, mühendislik zorlukları net olarak ifade edilmiş ve mühendislik tasarımının plana en iyi şekilde entegrasyonun sağlandığı

bulunmuştur. Benzer şekilde “Kendini Temizleyen Cam” başlıklı STEM ders planında mühendislik zorluğuna net bir şekilde yer verilmiş; prototip geliştirme, test etme, gibi aşamalar detaylandırılmıştır. “Selden Etkilenmeyen Kulübe” başlıklı ders planında ise mühendislik tasarım sürecinin çoğu aşamasına yer verilmesine karşın öğrencilerin tasarımlarını prototip olarak geliştirmeleri aşamasına yeterince değinilmemesi nedeniyle 3 (iyi) puan almıştır.

Araştırmaya katılan fen bilgisi öğretmen adaylarının entegre STEM öğretiminde mühendislik tasarımının özellikleriyle ilgili görüşlerinden çıkarılan kodlar Tablo 4.18’de sunulmuştur.

Tablo 4.18 Odak grup görüşmelerinden elde edilen Mühendislik Tasarımı kategorisine ait kodlar.

Ön görüşme	Son görüşme
Temel mühendislik kavramları	
Ürün tasarlama	
-	Mühendislik tasarım zorluğu
-	Prototip ve model oluşturma
-	Maliyet/zaman/malzeme tespiti
-	Test etme
-	Mühendislik alanı teknolojileri

Tablo 4.18 incelendiğinde, katılımcıların ön ve son görüşmelerde entegre STEM öğretiminde mühendislik tasarımının “temel mühendislik kavramları” ve “ürün tasarlama” unsurlarına vurgu yaptığı görülmektedir. Ön görüşmelerde başka koda rastlanmazken son görüşmelerde “mühendislik tasarım zorluğu”, prototip ve model oluşturma”, “maliyet/zaman/malzeme tespiti”, “test etme” ve “mühendislik alanı teknolojileri” kodları oluşmuştur. Katılımcıların uygulama sonrasındaki görüşlerinde mühendislik tasarım sürecinin daha fazla aşamasına yer verildiği tespit edilmiştir.

Ön odak görüşmelerinde katılımcıların mühendislik tasarımında, sadece mühendisliğin gerektirdiği temel kavramlara ve tasarım sürecinin yalnızca bir aşamasına yer verdikleri görülmüştür. Ön görüşmelerde, STEM öğretiminde mühendislik tasarımıyla ilgili başka bir konuya değinilmediği bulunmuştur. “Mühendislik Tasarımı” kategorisine ait ön görüşlerin bir kısmı şu şekildedir:

STEM öğretiminde ve uygulamalarında mühendislik bilgisine ihtiyaç var. Mesela mühendislikteki temel kavramlar neler? Temel kavramları da içine alan bir sürece ihtiyaç var. (Ö19-ön)

Öğrenciler derste ürün tasarlayacaklar. Bu aşamada mühendislik önemli bir konu... (Ö16-ön)

Konunun kapsamına göre ürün oluşturma aşamasında öğrenciler mühendislik tasarımını deneyimler. (Ö7-ön)

STEM öğretiminde mühendislik kavramlarını derslerimizde derinlemesine işlememiz öğrencinin mühendislik mesleğine olan ilgisini arttırır. Öğrenciler bir maket geliştirirken mühendisliği kullanırlar. (Ö1-ön)

Son görüşmelerde katılımcıların mühendislik tasarım süreçlerine vurgu yaptıkları ve bu aşamaların tamamını görüşlerinde ele aldıkları tespit edilmiştir. Ayrıca katılımcılar, hidrolik sistem gibi teknolojik araçları da ele aldıkları ve mühendisliğin farklı dallarıyla ilgili (örneğin: inşaat mühendisliği) görüşler bildirdikleri görülmüştür. Katılımcıların son görüşmelerde, entegre STEM öğretiminde mühendislik tasarımına yönelik daha derin anlayış geliştirdikleri saptanmıştır. “Mühendislik Tasarımı” kategorisine ait son görüşlerin bir kısmı şu şekildedir:

Örneğin bir köprü tasarımı sırasında mühendisliği de içine alan bir süreç var ve ortaya bir ürün çıkıyor. (Ö2-son)

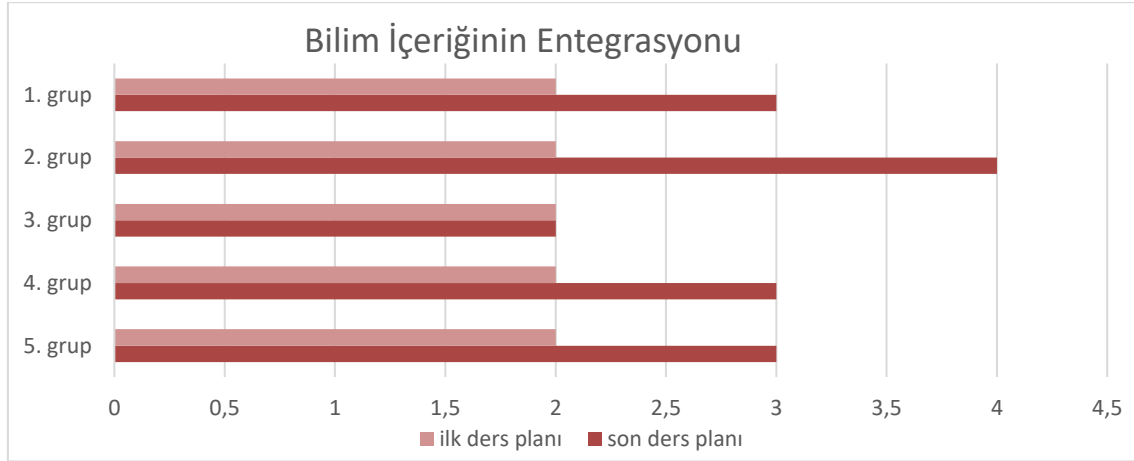
Öğrenciler prototip geliştirir ve ürünlerini test ederler. Mühendislik tasarım süreçlerini etkin olarak kullanırlar. (Ö3-son)

Senaryo ile birlikte karşımıza mühendislik tasarım zorluğu çıkmaktadır. Belirli sınırlayıcılar ve zorluklar içeren bir süreç STEM öğretiminin kalitesine katkı sağlar. (Ö8-son)

... hidrolik bir sistem geliştiren öğrencileri düşünelim. Mühendislik teknolojilerini de içine alan bir öğretim süreci demek mümkün... STEM derslerinde mühendislikle yakından ilişkili teknolojilerin ele alınması hem iyi bir bağlam oluşturur hem de derslerde mühendislik disiplinin işlenmesinde etkili olabilir. (Ö19-son)

STEM’de senaryo ve zorluklar çerçevesinde öğrenciler maliyeti ve malzeme tespiti yaparak en iyi tasarımı yapmayı hedefliyor. Tabii aynı zamanda en kısa süre de önemli... (Ö6-son)

4.5.3 Bilim İçeriğinin Entegrasyonu



Şekil 4.3 Bilim İçeriğinin Entegrasyonu kategorisinden alınan puanlar.

Bu kategori incelenirken STEM ders planlarında bilim içeriği entegrasyonunun ne ölçüde sağlandığı analiz edilmiştir. İlk ders planlarında bütün gruplar bu kategoriden 2 (yeterli) puan alırken son ders planlarında 2 (yeterli), 3 (iyi) ve 4 (mükemmel) puanlar elde edilmiştir. Sadece 3. grubun puanı sabit kalırken diğer puanlarda artış gözlemlenmiştir. Bu kategoriden yalnızca 2. grubun son ders planı 4 (mükemmel) puan almıştır. “Asansörlü Yeni Nesil Asansör” başlıklı 2. grubun ders planında mühendislik tasarımı ile bilim içeriğinin birbiriyle entegre edildiği, sınıf düzeyine uygun fen kavramlarının kullanıldığı, bilimsel süreç becerilerini, düşünme becerilerini plana dahil ettiği görülmüştür. 1. 4. ve 5. gruplar bilim entegrasyonunu iyi şekilde sağlamış olmalarında rağmen fen öğretimi ile ilgili farklı beceri ve uygulamaları içinde barındırmaması nedeniyle 3 (iyi) puan almıştır. “Depreme Hazır Konut Projesi” etkinliğini içeren 3. grubun STEM ders planında elektrik konusu ile ilgili konu mühendislik tasarımıyla entegre edilmesi ile ilgili net bilgilere yer verilmemesi nedeniyle 2 (yeterli) puan almıştır.

Araştırmaya katılan fen bilgisi öğretmen adaylarının entegre STEM öğretiminde bilim entegrasyonunun özellikleriyle ilgili görüşlerinden çıkarılan kodlar Tablo 4.19’da sunulmuştur.

Tablo 4.19 Odak grup görüşmelerinden elde edilen Bilim İçeriğinin Entegrasyonu kategorisine ait kodlar.

Ön görüşme	Son görüşme
	Bilimsel süreç becerileri
Bilim tarihi	-
-	Temel bilim kavramları
-	Sınıf düzeyine uygun fen bilimleri kazanımları
-	Bilimsel bilgiye ulaşma
-	Sosyobilimsel konular
-	Bilimin doğası

Tablo 4.19 incelendiğinde, katılımcıların ön ve son görüşmelerde bilim entegrasyonun sadece “bilimsel süreç becerileri” özelliğinden ortak olarak bahsettikleri görülmektedir. Ayrıca ön görüşmelerde “bilim tarihi” kodu oluşurken son görüşme cevaplarından “temel bilim kavramları”, “sınıf düzeyine uygun fen kazanımları”, “bilimsel bilgiye ulaşma”, “sosyobilimsel konular” ve “bilimin doğası” kodları oluşmuştur. Elde edilen bulgular incelendiğinde son görüşmede öğretmen adaylarının bilimi STEM öğretimine dahil etmeyle ilgili daha fazla konuya dikkat çektiği görülmektedir.

Ön görüşmelerde katılımcılar tarafından STEM öğretiminde bilim içeriğinin entegrasyonunu sağlamak için bilimsel süreç becerilerine ağırlık verilmesi gerektiği ifade edilmiştir. Ayrıca entegrasyonun sağlanması için bilim tarihini, bilimin tarihsel gelişimin ve bilim insanlarının hayatları gibi konuları STEM öğretimine dahil edilmesi ile ilgili görüşler ortaya atılmıştır. “Bilim İçeriğinin Entegrasyonu” kategorisine ait ön görüşlerin bir kısmı şu şekildedir:

STEM uygulamalarında bireysel deneylere yer verilebilir. Öğrenciler deney yaparlar. (Ö15-ön)

İyi bir STEM eğitiminde bilim tarihi de önemli. Bilimin tarihsel gelişimi ya bilim insanlarının yaşamları... (Ö28-ön)

Veri toplama, kaydetme ve hipotezler geliştirme... bilimsel süreç STEM öğretiminin çoğu yerinde yer alıyor. (Ö25-ön)

Son görüşmelerde katılımcıların STEM öğretiminde bilimin doğasına yer verme, bilimsel bilgiye ulaşmada izlenecek yolların süreçte kullanılmasıyla ilgili ifadelerle yer verdikleri görülmüştür. Yine son görüşlerde sosyobilimsel konuların bilim içeriğini STEM'e entegre etmede kullanılabileceğini dile getirmişlerdir. "Bilim İçeriğinin Entegrasyonu" kategorisine ait son görüşlerin bir kısmı şu şekildedir:

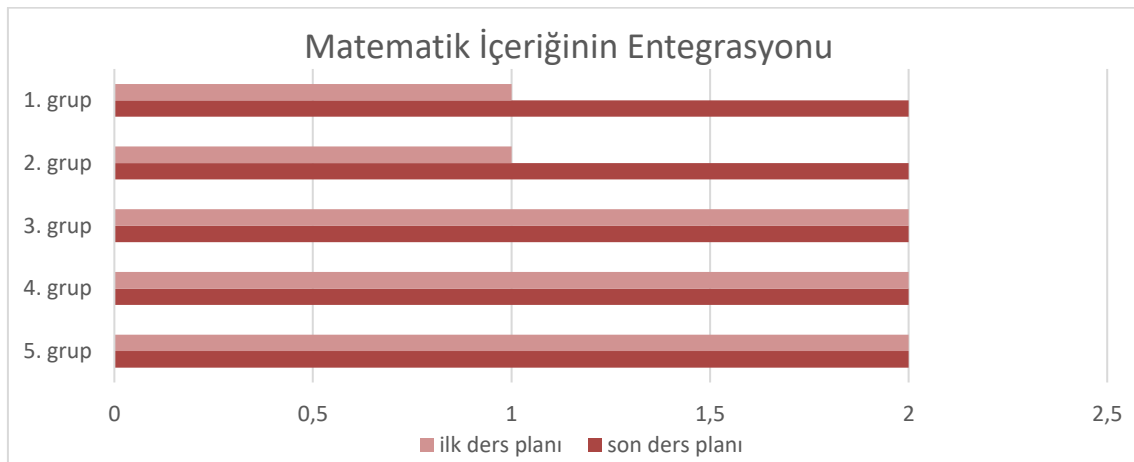
...Hipotez kurma ve deney yapmak bilimsel süreç basamaklarını kullanmak STEM öğretiminde dikkat edilmesi gereken durumlardan biri. (Ö3-son)

Bilgi temelli hayat problemi sınıfın düzeyine uygun, daha doğrusu kazanımla ilişkilendirildiğinde fen disiplini STEM ile bütünleşmiş oluyor. (Ö25-son)

Bilimin doğası STEM öğretiminde önemli bir yeri var. Bilimsel bilgi ne ve nasıl bilimsel bilgiye ulaşılır? Bilim okuryazarı bireyler nasıl olunur? Bu konuları STEM'in bilim disiplininin içinde görüyoruz. (Ö4-son)

Öğrencilerde bilinç geliştirmek için sosyal konulardan da yararlanılır. Örneğin sosyobilimsel konular... Tartışmalı bu konular STEM ile bilim entegrasyonu arasında bir köprü görevi görür. (Ö16-son)

4.5.4 Matematik İçeriğinin Entegrasyonu



Şekil 4.4 Matematik İçeriğinin Entegrasyonu kategorisinden alınan puanlar.

Bu kategori incelenirken, hazırlanan STEM ders planlarında matematik içeriği entegrasyonunun ne ölçüde sağlandığı analiz edilmiştir. 1. ve 2. grup ilk ders planlarında 1 (zayıf) puan alırken diğer üç grup 2 (yeterli) puan almıştır (Şekil 4.4). Son ders planlarında ise tüm gruplar matematik içeriğinin entegrasyonundan 2 (yeterli) puan almıştır. Grupların senaryoları incelendiğinde matematik ve mühendislik tasarımı ile entegrasyonunun sağlandığı fakat ders planlarına bu matematik konu/kavramlarını yansıtmadıkları tespit edilmiştir. Bütün ders planlarında temel matematiksel işlemlere yer aldığı bulunmuştur. Bunun yanı sıra 1., 2. ve 3. grubun STEM ders planlarında matematiksel düşünmeyi ve matematiksel becerileri bulundurmadağı görülmüştür. Hazırlanan STEM ders planlarında matematik içeriğinden ziyade matematiksel ölçüm ve hesaplamalar gibi konulara yer verildiği buna karşın sınıf seviyesine uygun matematik konularından yoksun olduğu saptanmıştır.

Araştırmaya katılan fen bilgisi öğretmen adaylarının entegre STEM öğretiminde matematik entegrasyonunun özellikleriyle ilgili görüşlerinden çıkarılan kodlar Tablo 4.20’de sunulmuştur.

Tablo 4.20 Odak grup görüşmelerinden elde edilen Matematik İçeriğinin Entegrasyonu kategorisine ait kodlar.

Ön görüşme	Son görüşme
	Ölçme/Hesaplama
	Temel matematiksel işlemler
	Veri toplama/analiz/yorumlama
	Temel matematik kavramları
-	Problem çözme
-	İstatistiksel işlemler

Tablo 4.20 incelendiğinde; katılımcıların ön ve son görüşmelerde entegre STEM öğretiminde matematik entegrasyonun “ölçme/hesaplama”, “temel matematiksel işlemler”, “veri toplama/analiz/yorumlama” ve “temel matematik kavramları” unsurlarını ele aldığı görülmektedir. Ön görüşmelerde başka koda rastlanmazken son görüşmelerde “problem çözme” ve “istatistiksel işlemler” kodları oluşmuştur. Ön ve son görüşmelerde matematik entegrasyonu ile ilgili genel olarak ölçme, hesaplama yapma, verileri işleme gibi ortak konuları ele aldıkları tespit edilmiştir. “Matematik İçeriğinin Entegrasyonu” kategorisine ait görüşlerin bir kısmı şu şekildedir:

Matematiksel işlemsel ve hesaplamalar ile matematik STEM öğretimi ile bütünleştirilir. (Ö19-ön)

Eğim, çevre ve alan hesabı, uzunluk ölçme gibi kavramları STEM uygulamaları içinde barındırır. (Ö25-ön)

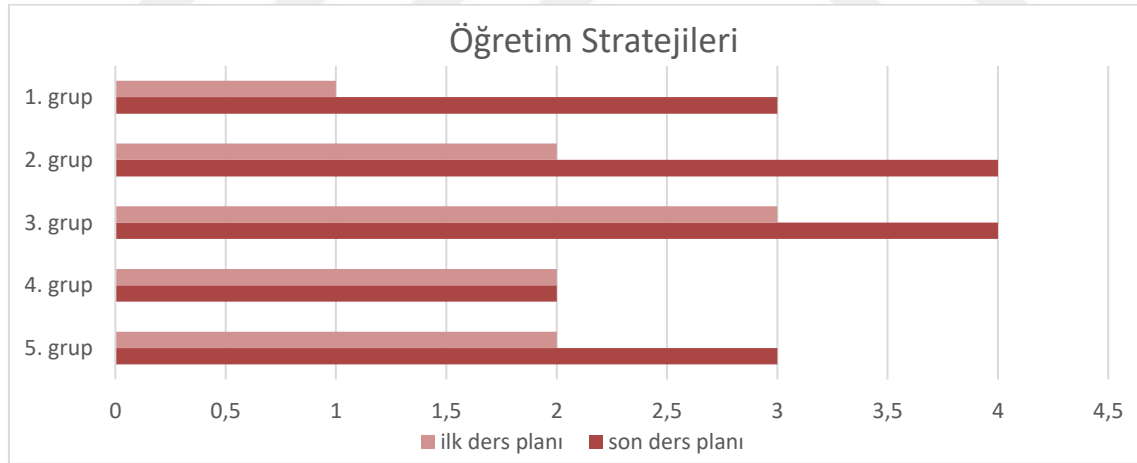
Bilimsel bir süreç olarak düşündüğümüzde veri toplama, verileri analiz etme gibi... (Ö4-ön)

Sıvı hacmi, litre hesabında matematik STEM'e dahil olur. (Ö2-son)

Mesela ürün için bütçe hesabı yaparken veya yüzde hesaplarken, test ederken süre hesabı yapıp ortalama hesapladığımızda matematikteki temel kavram ve hesaplamalar önemli rol oynar. (Ö16-son)

Prototipi denerken karşılaşılan problemler matematiksel hesaplamaların yardımıyla çözülür. (Ö30-son)

4.5.5 Öğretim Stratejileri



Şekil 4.5 Öğretim Stratejileri kategorisinden alınan puanlar.

Bu kategori incelenirken hazırlanan STEM ders planlarının öğrenci merkezli stratejileri ne ölçüde desteklediği analiz edilmiştir. 4. grup hariç diğer grupların tamamında bu kategoriden alınan son puanların ilk puanlara göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. 2. ve 3. grup son ders planlarında, öğrenciyi merkeze alan stratejilerden, argümantasyon ve beyin fırtınası gibi tekniklerden yararlanması nedeniyle 4 (mükemmel) puan almıştır.

Hazırlanan son STEM ders planlarında öğrenciyi merkeze alan stratejilere yer verildiği saptanmıştır.

Araştırmaya katılan fen bilgisi öğretmen adaylarının entegre STEM öğretimindeki öğretim stratejileriyle ilgili görüşlerinden elde edilen kodlar Tablo 4.21’de sunulmuştur.

Tablo 4.21 Odak grup görüşmelerinden elde edilen Öğretim Model, Yaklaşım, Yöntem ve Teknikleri kategorisine ait kodlar.

Ön Görüşme	Son Görüşme
Proje tabanlı öğrenme yaklaşımı	
Probleme dayalı öğrenme	
İş birlikli öğrenme yaklaşımı	
5E öğrenme modeli	
Sunuş yoluyla öğrenme yaklaşımı	-
-	Araştırma-inceleme yoluyla öğrenme yaklaşımı
-	Buluş yoluyla öğrenme yaklaşımı
-	Tartışma yöntemi
-	Örnek olay yöntemi
-	Soru-cevap yöntemi

Tablo 4.21 incelendiğinde, katılımcıların entegre STEM öğretiminde “proje tabanlı öğrenme yaklaşımı”, “probleme dayalı öğrenme”, “iş birlikli öğrenme yaklaşımı” ve “5E öğrenme modeli” kodlarını hem ön hem son görüşlerde ortak olarak ele aldıkları görülmektedir. Ön görüşmelerde bunlar dışında “sunuş yoluyla öğrenme yaklaşımı” kod olarak belirlenmiştir. Son görüşmelerde ortak kodlara ek olarak “araştırma-inceleme yoluyla öğrenme yaklaşımı”, “buluş yoluyla öğrenme yaklaşımı”, “tartışma yöntemi”, “örnek olay yöntemi” ve “soru-cevap yöntemi” kodları oluşmuştur. Son görüşmelerde elde edilen bulgular, katılımcıların uygulama sonrasında STEM öğretiminde öğrenciyi aktif eden yöntemleri çeşitlendirdiklerini göstermektedir.

“Öğretim Model, Yaklaşım, Yöntem ve Teknikleri” kategorisine ait ön görüşlerin bir kısmı şu şekildedir:

Öğrencinin ön planda olması gerekiyor. Öğretmenin ise rehber... Proje tabanlı bir öğrenme STEM’in öğretimini kolaylaştırabilir. (Ö26-ön)

STEM öğretiminde sunuş yoluyla öğrenme, öğretmen için kullanışlıdır. (Ö31-ön)

Öğrencilerin birlikte daha çok uygulama yapmaları yani iş birlikli öğrenme kullanılabilir. (Ö18-ön)

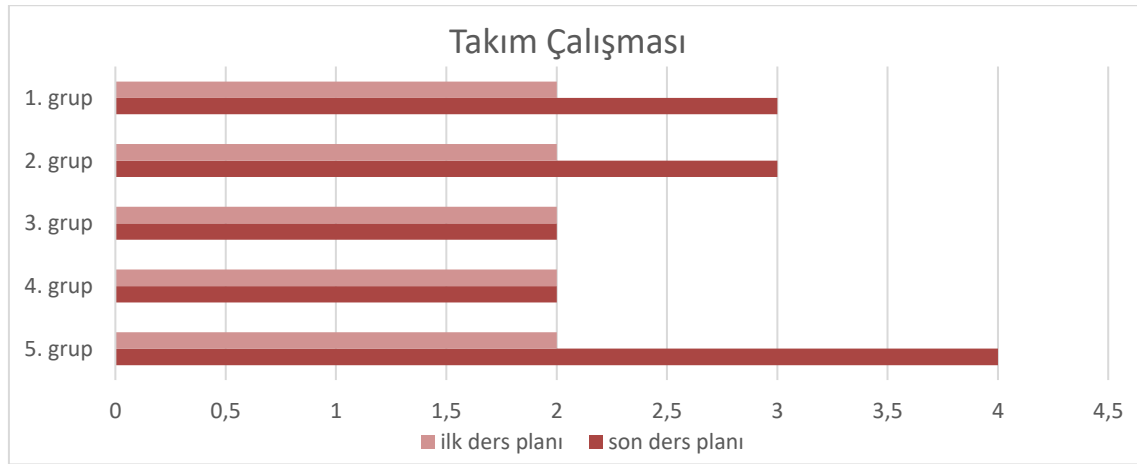
Katılımcılar; son görüşmelerde öğrencinin aktif katılımını destekleyen, öğrenciyi merkeze alan yaklaşımların STEM öğretiminde kullanılabileceği ile ilgili görüşler bildirdiler. Ön görüşmelerden farklı olarak son görüşmelerde tartışma, örnek olay, soru-cevap gibi yöntemlerin STEM öğretiminde kullanılmasının avantajları dile getirilmiştir. “Öğretim Model, Yaklaşım, Yöntem ve Teknikleri” kategorisine ait son görüşlerin bir kısmı şu şekildedir:

STEM uygulamalarında öğrencilerin araştırmalar yapması süreç içinde mecburi hale gelmekte. Bu yüzden araştırma-inceleme yoluyla çok benzerlik gösteriyor. (Ö26-son)

Tartışma yöntemi kullanılabilir. Öğrenciler hem aktif olur hem de konuşma becerileri gelişir. (Ö3-son)

Sunulan senaryolar örnek olay yöntemini anımsatıyor. Öğrencilere verilen senaryolar aslında bir örnek olay gibi...Gerçek hayatta olan bir problem çözülüyor STEM uygulamasında... (Ö12-son)

4.5.6 Takım Çalışması



Şekil 4.6 Takım Çalışması kategorisinden alınan puanlar.

Bu kategori incelenirken STEM ders planlarında öğrencilerin takım çalışması becerilerini geliştirmeyi ne ölçüde sağladığı analiz edilmiştir. İlk ders planlarında, tüm gruplar bu

kategoriden 2 (yeterli) puan almıştır. İlk ders planlarında grup oluşturma, grupla çalışmalara yer verildiği fakat takım çalışmasını teşvik edici fazla ögeye yer verilmediği görülmüştür. 3. ve 4. grubun son ders puanlarından aldığı puanlar değişmezken diğer grupların puanları yükselmiştir. 5. grup son STEM ders planında iş birliği, iş bölümü, bireysel sorumluluk ve görev dağılımı ile bilgiler sunarak takım çalışmasının tüm ayrıntılarına yer veren tek grup olmuştur. Bu nedenle sadece 5. grup, bu kategoriden 4 (mükemmel) puan almıştır. İlk ve son ders planları karşılaştırıldığında, ilk ders planlarında yeterince yer verilmeyen grup içi sorumluluk ve görev dağılımı, grup üyelerinin görevleri gibi konulara son ders planlarında yer verildiği görülmüştür.

Araştırmaya katılan fen bilgisi öğretmen adaylarının entegre STEM öğretiminde takım çalışmasıyla ilgili görüşlerinden çıkarılan kodlar Tablo 4.22’de sunulmuştur.

Tablo 4.22 Odak grup görüşmelerinden elde edilen Takım Çalışması kategorisine ait kodlar.

Ön görüşme	Son görüşme
	Heterojen grupların oluşturulması
	Eşit başarı fırsatı
	Bireysel sorumluluk
	İş birliği
-	Tartışma tekniklerinin kullanılması
-	Saygı ve güven ortamı
-	İş bölümü
-	Gruplara rehberlik

Tablo 4.22 incelendiğinde; katılımcılar ön ve son görüşmelerinde entegre STEM öğretiminde takım çalışmasıyla ilişkili “heterojen grupların oluşturulması”, “eşit başarı fırsatı”, “bireysel sorumluluk” ve “iş birliği” unsurlarını ele aldığı görülmektedir. Ön görüşmelerde bunlar dışında başka bir koda ulaşılmazken son görüşmelerde “tartışma tekniklerinin kullanılması”, “saygı ve güven ortamı” ve “gruplara rehberlik” kodları oluşmuştur. Son görüşmelerde elde edilen bulgular, uygulama sonrasında katılımcıların STEM öğretiminde takım çalışmasını destekleyici daha fazla konuya değindiği görülmektedir. “Takım Çalışması” kategorisine ait görüşlerin bir kısmı şu şekildedir:

Öğrencilerin iş birliği yapmasını destekleyici etkinliklere yer verilmelidir. (Ö11-ön)

Her öğrencinin yeteneğine göre görevler verilmesine destek olurum. (Ö19-ön)

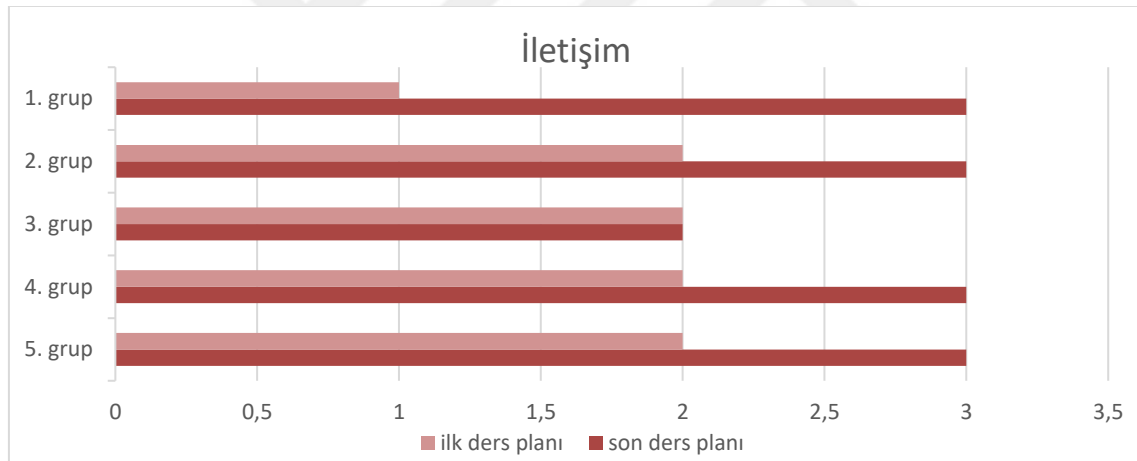
Her öğrencinin hem gruptaki hem bireysel sorumluluklarını üstlenmesi gerekir. (Ö14-ön)
Öğrencilerin beceri, yetenek ve başarıları göz önüne alınarak heterojen gruplar oluşturulabilir. (Ö27-ön)

Bireysel farklılıkların olacağı unutulmamalıdır. Takımlar heterojen olarak dağıtılmalıdır. Bu takım çalışmalarına yardımcı olur. (Ö32-son)

Takım çalışması sürecince öğrencilere öğretmenler rehberlik ederse başarılı çalışmalar çıkabilir. Yine öğretmen çalışma boyunca saygı ve güven ortamını sağlamalıdır. Böylece öğrenci takımda kendini güvende hisseder çalışmaya odaklanabilir. (Ö3-son)

Fısıltı grupları gibi farklı tartışma teknikleri STEM uygulamalarında takım çalışmalarını dinamik tutar. (Ö20-son)

4.5.7 İletişim



Şekil 4.7 İletişim kategorisinden alınan puanlar.

Bu kategori incelenirken STEM ders planlarının öğrencilerin iletişim becerilerini geliştirmelerini ne ölçüde sağladığı analiz edilmiştir. Hazırlanan ilk ders planlarında alınan puanlar 1 (zayıf) ile 2 (yeterli) puan arasında değişkenlik göstermiştir. Son ders planlarında ise 3. grup 2 puan (yeterli) diğer gruplar 3 puan (iyi) almıştır. İlk ders planlarında öğrencilerin çözüm önerilerini akranlarına sunmaları gibi iletişim becerilerine yer verdikleri fakat çizelgeler, grafikler gibi görsel araçların kullanımına yeteri kadar yer vermedikleri tespit edilmiştir. Geliştirilen son ders planlarında ise mühendislik tasarım defterlerinde grafik ve tablolara yer verildiği, öğrencilerin bu araçları kullanarak grup içi

ve gruplar arası iletişimini destekleyen öğelere yer verildiği saptanmıştır. Her grubun STEM ders planında gerçek yaşam durumlarını destekleyen görsel araçlardan veya şemalardan yararlanıldığı görülmüştür. Buna karşın tartışma stratejileri gibi iletişim becerilerini yeteri kadar desteklememesi nedeniyle hiçbir grup, bu kategoriden 4 puan (mükemmel) almamıştır.

Araştırmaya katılan fen bilgisi öğretmen adaylarının entegre STEM öğretiminde iletişim ile ilgili görüşlerinden çıkarılan kodlar Tablo 4.23'te sunulmuştur.

Tablo 4.23 Odak grup görüşmelerinden elde edilen İletişim kategorisine ait kodlar.

Ön görüşme	Sunum	Son görüşme
Görsel araçların kullanımı	-	-
-	-	Yazılı araçların kullanımı
-	-	Gruplardan lider belirleme
-	-	Sözlü iletişim kullanımı

Tablo 4.23 incelendiğinde katılımcıların ön ve son görüşmelerde entegre STEM öğretiminde iletişim ile ilişkili sadece “sunum” kodunu ortak olarak ele aldığı görülmektedir. Ayrıca ön görüşmelerde “görsel araçların kullanımı” kodu, son görüşmelerde ise “yazılı araçların kullanımı”, “gruplardan lider belirleme” ve “sözlü iletişimi kullanımı” kodları oluşmuştur. “İletişim” kategorisine ait görüşlerin bir kısmı şu şekildedir:

...STEM uygulamalarında örneğin animasyonlar gibi görsel araçlar yoluyla da iletişim desteklenebilir. (Ö9-ön)

...STEM’de öğrencilerin sunum yapmaları sınıf içinde öğrenciyi aktif kılar ve iletişimi olumlu etkiler. (Ö30-ön)

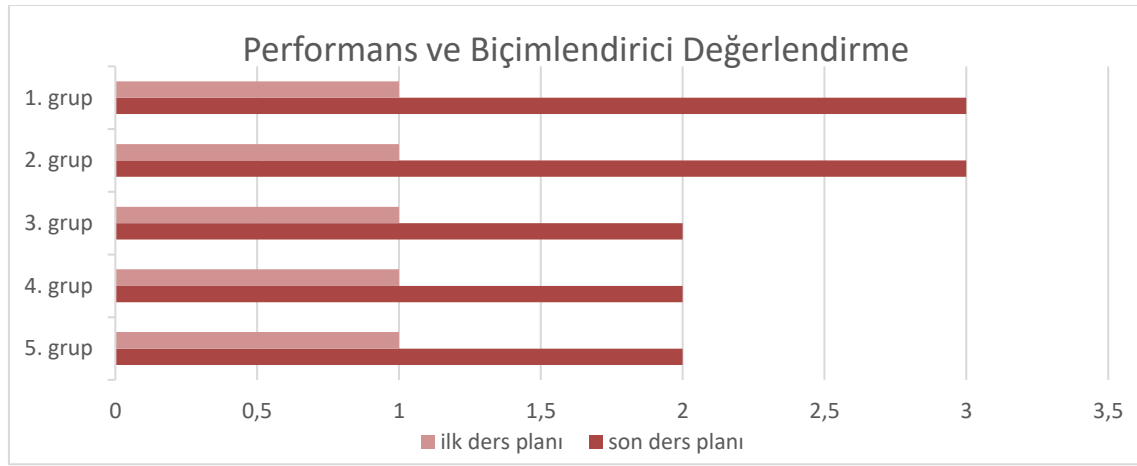
Katılımcılar son görüşmelerde, STEM öğretiminde yazılı araçların kullanılması ve sözlü iletişimin desteklenmesi ile ilgili görüşler belirtmiştir. Son görüşmelerden elde edilen bazı görüşler şu şekildedir:

Derslerde STEM uygulamalarına yer verdiğimizde iletişimin sekteye uğramaması ve düzenin sağlanması için gruplardan sözcü seçilebilir. Grup içi ve gruplar arası etkileşimin daha iyi yürümesini sağlar. (Ö5-son)

Öğrencinin ürünü tasarladıktan sonra etkili bir sunum yapması iletişimi güçlendirir. (Ö6-son)

Öğrencilere verilen senaryoların mektup gibi yazıyla ulaştırılması iletişimdeki önemli aşamalardan biri olabilir. (Ö8-son)

4.5.8 Performans ve Biçimlendirici Değerlendirme



Şekil 4.8 Performans ve Biçimlendirici Değerlendirme kategorisinden alınan puanlar.

Bu kategori incelenirken, geliştirilen STEM ders planlarının öğrencilerin bilgi ve becerilerini ne derece ölçtüğü analiz edilmiştir. İlk ders planları incelendiğinde, tüm grupların bu kategoriden 1 (zayıf) puan aldığı görülmektedir (Şekil 4.8). İlk ders planlarında ölçme-değerlendirme aracı olarak her grubun rubrik kullandığı fakat farklı ölçme araçlarına yer verilmediği görülmüştür. Ayrıca bu kategoriden alınan ilk puanlar ile son puanlar arasında, son ders planları lehinde anlamlı bir artış bulunmuştur (**Tablo 4.16**). Son ders planlarında ise bu kategoriden 2 (yeterli) veya 3 (iyi) puan alındığı görülmektedir. Hazırlanan son ders planlarında rubrik kullanımının yanı sıra akran değerlendirme, grup değerlendirme, öz değerlendirme, çoktan seçmeli sorular gibi farklı değerlendirmelere yer verildiği tespit edilmiştir. Son ders planlarında grupların mühendislik tasarım defterlerini ders planlarına ekledikleri ve bu alanlarda çalışma sorularını da içeren bölümlere yer verdikleri saptanmıştır.

Araştırmaya katılan fen bilgisi öğretmen adaylarının entegre STEM öğretiminde ölçme ve değerlendirme ile ilgili görüşlerinden elde edilen kodlar, Tablo 4.24’te sunulmuştur:

Tablo 4.24 Odak grup görüşmelerinden elde edilen Ölçme ve Değerlendirme Araçları/Yöntemleri kategorisine ait kodlar.

	Ön görüşme	Son görüşme	
Geleneksel	Yazılı yoklamalar	-	Tamamlayıcı ölçme
	Sözlü yoklamalar	-	
	Çoktan seçmeli testler	-	
	Kısa cevaplı testler	-	
	Hazır bulunuşluk testi	-	
	Rubrik		
	Portfolyo		
	Akran değerlendirme		
	Gözlem		
	-	Performans görevi/Proje ödevi	
	-	Öz değerlendirme	
	-	Grup değerlendirme	
	-	Otantik değerlendirme	
	-	Kavram haritası	

Tablo 4.24 incelendiğinde, katılımcıların ön ve son görüşmelerde entegre STEM öğretiminde ölçme ve değerlendirmeyle ilgili “rubrik”, “portfolyo”, “akran değerlendirme” ve “gözlem” araç ve yöntemlerini ele aldığı görülmektedir. Katılımcılar önce görüşmelerde daha çok geleneksel araçlara vurgu yaparken son görüşmelerde tamamlayıcı ölçme araçlarına yönelik görüşler belirttiği saptanmıştır. Uygulama sonrasında katılımcıların STEM öğretiminde daha çok biçimlendirici değerlendirmeye yöneldiklerini söylemek mümkündür.

Ön görüşmelerde katılımcılar STEM öğretiminde hem geleneksel hem tamamlayıcı ölçme araçlarının kullanımına ilişkin görüşlere yer vermiştir. “Ölçme ve Değerlendirme Araçları/Yöntemleri” kategorisine ait ön görüşlerin bir kısmı şu şekildedir:

Öğrencilerin akranlarını değerlendirmeleri... Öğretmenin de gözlem yapması STEM öğretiminde kullanabileceğimiz ölçme araçlarından bazılarıdır. (Ö19-ön)

Fen derslerinde STEM uygulamaları gerçekleştiriliyorsa değerlendirme için çoktan seçmeli testler kullanılabilir ölçme için veya süreç dosyası hazırlayabilir öğrenci. (Ö23-ön)

Kazanıma uygun değerlendirme için boşluk doldurma, doğru-yanlış gibi sorular kullanır. (Ö21-ön)

Son görüşmelerde katılımcılar, geleneksel ölçme araçlarıyla ilgili görüş belirtmezken ön görüşmelerde ele alınan tamamlayıcı ölçme araçlarının dışında çeşitliliğe gittiği görülmüştür. STEM öğretiminin değerlendirme sürecine öğrencinin de dahil edilmesi gerektiğini ve bunun için öz değerlendirmelere yer verilmesi gerektiği ile ilgili görüşler belirtilmiştir. “Ölçme ve Değerlendirme Araçları/Yöntemleri” kategorisine ait son görüşlerin bir kısmı şu şekildedir:

Hem analitik hem holistik rubrikler değerlendirmeyi çok yönlü kılar. Rubrikler STEM derslerini değerlendirmek için yararlı olur. (Ö25-son)

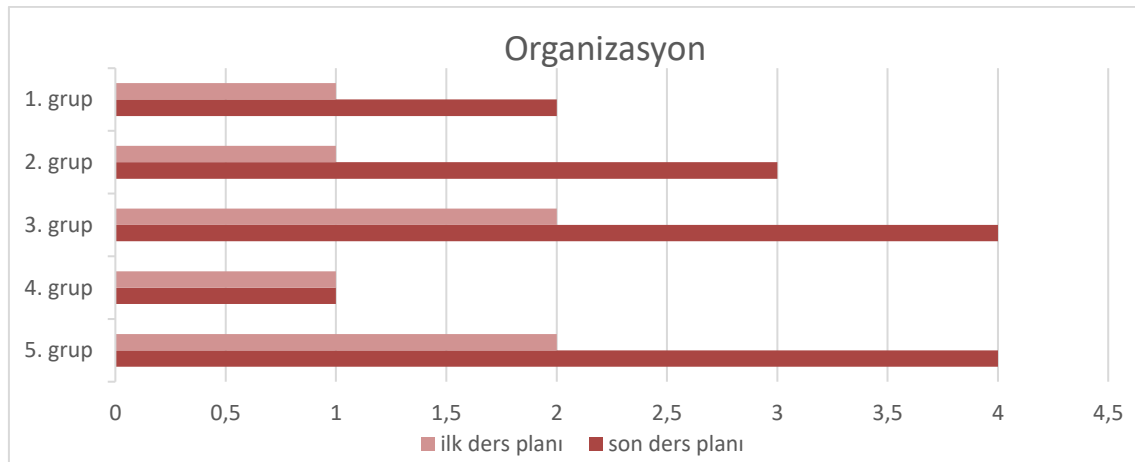
Yapılacak STEM uygulamasına göre rubrikler hazırlanır. (Ö19-son)

STEM konularında kavram haritaları ölçme için kullanılabilir. (Ö3-son)

Öğrencilerin ürün dosyalarını inceleyerek değerlendirme yapmak STEM öğretiminin amacına ulaşmasını sağlar çünkü STEM süreci de önemser sadece öğrencinin son başarısını değil. (Ö8-son)

Süreci değerlendirmemiz STEM için faydalı... Mesela performans görevleriyle, projelerle süreci ölçebiliriz. Ne kadar başarılı bir uygulama oldu bunlara bakılmalıdır. (Ö20-son)

4.5.9 Organizasyon



Şekil 4.9 Organizasyon kategorisinden alınan puanlar.

Bu kategoride STEM ders planlarının ne ölçüde organize edildiği incelenmiştir. İlk ders planlarında, bu kategoriden 1 (zayıf) ve 2 (yeterli) puan alındığı tespit edilmiştir. Son ders planlarında, 4. grubun bu kategoriden aldığı puan değişmezken diğer grupların bu kategoriden aldığı puanlar artmıştır. 4. grup, ders planlarını yeterli organize edemedikleri ve diğer öğretmenlere rehberlik etmede yeterli olmaması nedeniyle 1 (zayıf) puan almıştır. 3. ve 5. grup; son ders planlarında etkinlikleri sıralı bir düzende planladıkları, aşamalara dair açık ve anlaşılır olarak yer vermeleri nedeniyle bu kategoriden 4 (mükemmel) puan almıştır.

Katılımcılar gruplar halinde geliştirdikleri STEM ders planlarını sınıfta uygulamasını gerçekleştirmiştir. Uygulama sonunda karşılaşılan sorunlar tespit edilerek hazırlanmış olan STEM ders planlarında düzenlemeler yapılmıştır. Her grup, STEM ders planındaki düzenlemeleri ve gerekçelerini görüşlerinde belirtmiştir. Bu düzeltmeler Tablo 4.25'te konu başlıklarına göre sunulmuştur.

Tablo 4.25 Uygulamalar sonunda STEM ders planlarında yapılan değişikliklere ilişkin kodlar.

	1. grup	2. grup	3. grup	4. grup	5. grup
Kazanımların tekrar gözden geçirilmesi		X	X		
STEM disiplinlerinin entegrasyonu	X		X		
Bilgi Temelli Hayat Probleminin düzenlenmesi		X	X		X
Sınırlılıkların düzenlenmesi	X	X	X	X	X
Malzeme/ürün fiyat listesinin düzenlenmesi		X	X		
Etkinliklerin düzenlenmesi		X	X		
Ders süresinde düzenlemeler	X		X		
Ders planının açık ve net yazılması		X	X		
Ders planının aşamalarının düzenlenmesi	X				X
Rubrikte düzenleme	X	X		X	X

Her grup hazırladıkları STEM ders planlarını sınıfta uygulamalarını gerçekleştirdikten sonra ders planlarının son hali için değişimler yaptıklarını ifade etmiştir. Tablo 4.25 incelendiğinde tüm gruplar hazırladıkları senaryo çerçevesinde sınırlılıklarını yeniden gözden geçirdiklerini ve benzer olarak 3. grup dışında tüm gruplar rubriklerinde düzenlemeler yaptıklarını belirtmiştir. 1. ve 4. grup dışındaki diğer üç grup ise bilgi

temelli hayat problemlerinde düzenleme yaptıklarını dile getirmiştir. Gerçekleştirilen uygulamalar sonunda grupların STEM ders planıyla ilgili sınıf içerisinde yaşanabilecek sorunları fark ettiklerini ve yaşanan bu sorunlar doğrultusunda planlarında güncellemeler yaptıklarını söylemek mümkündür. Uygulama sonunda STEM ders planlarında yapılan düzenlemeler, gruplar tarafından sebepleriyle birlikte ifade edilmiştir. Bu ifadelerin bazıları aşağıda sunulmuştur:

1. grup, uygulama sonrası STEM ders planlarında gerçekleştirdikleri düzenlemeleri şu şekilde ifade etmiştir:

Mühendisliği destekleyen matematik içeriğini maddeler halinde ekledik. Fen ve mühendisliğin daha çok ön planda olmasından dolayı matematik alanını iyileştirdik. (Ö26)

Sınırlılıkları uygulamaya göre iyileştirdik. Ölçülemeyen sınırlılıkları kaldırdık. Daha açık ifadelere yer verdik. (Ö18)

5E aşamalarının sürelerini uygulamaya göre düzelttik. Çünkü uygulama öncesinde süreyi hesaplamakta zorlanmıştık. (Ö1)

2. grup, uygulama sonrası STEM ders planlarında gerçekleştirdikleri düzenlemeleri şu şekilde ifade etmiştir:

Bilgi temelli hayat problemini iyileştirdik çünkü bilgi temelli hayat problemimizin yeterince anlaşılır olmadığını gruplara verdiğimiz mektupları anlamakta zorlandıklarını fark ettik. (Ö32)

Sınıfta STEM uygulamasını gerçekleştirdiğimizde ders planımızda birçok yeri dile getirmediğimizi fark ettik. Bu yüzden ders planının aşamalarını düzenledik daha ayrıntılı ele aldık. (Ö3)

3. grup, uygulama sonrası STEM ders planlarında gerçekleştirdikleri düzenlemeleri şu şekilde ifade etmiştir:

Fen bilimlerine ait kazanımları arttırdık. Senaryomuzda farklı fen kazanımlarına yer verdiğimizizi uygulama sırasında fark ettik. (Ö8)

Beklediğimiz davranış değişikliklerini somut olarak görebilmek için disiplinler arası entegrasyonda değişiklikler yaptık. (Ö34)

Senaryoyu genişlettik ve sınırlılıklarımızı azalttık. Böylece öğrencilerin problemi tam olarak tanımlamalarını istedik. Sınırlılıkları azaltarak istenilen çözüme daha doğru adımlarla ulaşılmasını istedik. (Ö20)

4. grup, uygulama sonrası STEM ders planlarında gerçekleştirdikleri düzenlemeleri şu şekilde ifade etmiştir:

Sınırlılıklara “Yapılan sistemler nehrin akıntısı (sağ tarafta) dikkate alınarak konumlandırılmalıdır.” maddesini ekledik çünkü nehir akıntısı bilinmediğinden köprü yapımında eksiklikler oluştu bu da sınırlılık eksikliğinden kaynaklanıyor. (Ö9)

Rubrikte rüzgâr gülünden yapılan sistemin aydınlatma düzeyi maddesi “aydınlatmanın düzeyi” olarak değiştirdik. Rüzgâr gülü diyerek alenen tasarım ürününe vurgu yapılmaktan vazgeçtik. Problemi öğrencilerin bulması ve tasarımlarını bu problem açısından geliştirilmelerini bekledik. (Ö30)

5. grup, uygulama sonrası STEM ders planlarında gerçekleştirdikleri düzenlemeleri şu şekilde ifade etmiştir:

Sınırlılıklara hidrolik silecek ile birlikte servo motoru da dâhil eden madde ekledik çünkü öğrencilerden orion kart kullanarak kodlama kullanılarak silinmesi gereken bir tasarım yapmasını istiyoruz. (Ö33)

Problemin daha anlaşılır olması için senaryo yeniden düzenlendik. (Ö12)

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu başlıkta bulgulardan yola çıkarak elde edilen sonuçlar, literatürde yer alan çalışmalarla tartışılarak sunulmuştur.

5.1 STEM'e Yönelik Tutum ile İlgili Tartışma ve Sonuç

Araştırmanın birinci alt problemi olan “STEM ders planı geliştirme ve uygulama süreci fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM'e yönelik tutumlarını nasıl etkilemektedir?” sorusu için “STEAM Tutum Ölçeği” kullanılarak öğretmen adaylarından alınan ön ve son test puanları analiz edilmiştir. Uygulama sonunda fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM tutumlarının arttığına ve bu sonucun istatistiksel olarak anlamlı olduğuna ulaşılmıştır. Ölçekte bulunan “ilgi”, “algılanan yetenek”, “değer verme” alt boyutlarında da ön ve son test puan ortalamaları analiz edildiğinde son test puanları lehine anlamlı farkın olduğu sonucu bulunmuştur. STEM ders planı geliştirme ve uygulama sürecinin fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM'e yönelik tutumlarını arttırdığını söylemek mümkündür.

Adams vd. (2014) öğretmen adaylarıyla yaptıkları çalışmada, STEM geliştirme ve planlama sürecinin katılımcıların olumlu tutum geliştirmelerine yardımcı olduğunu bulmuştur. Robotiği de kullanarak STEM ders planı tasarlama ve uygulama sürecinin öğretmen adaylarının STEM tutumlarını ve ilgilerini olumlu etkilediği sonucu bulunmuştur (Kim vd. 2015). Alternatif enerji kaynaklarına ilişkin STEM projeleri tasarlama sürecinin incelendiği çalışmada (Hiğde 2022), fen bilgisi öğretmen adaylarının tutumlarının geliştiği sonucuna varılmıştır. Senaryo tabanlı STEM projesi tasarlayan fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM tutumlarının geliştiği bulunmuştur (Deniş Çeliker 2020). Katılımcıların Koreli sınıf öğretmeni adayı olduğu bir çalışma (Kim ve Bolger 2017), STEM ders planı geliştirmenin STEM tutumlarına olumlu etkisi olduğunu göstermiştir. Benzer olarak Yip (2020) tarafından STEM ders planı geliştirme ve uygulama sürecinin öğretmen adaylarının STEM tutumlarında artışa neden olduğu bulunmuştur. Bu çalışmalar mevcut araştırmanın sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. Bulut vd. (2022) lisansüstü düzeyde öğrenim gören fen bilgisi öğretmenlerinin STEM

ders planı geliştirme süreçlerinin STEM tutumlarına etkisinin olmadığı sonucuna ulaşmıştır. Bu sonuç ise mevcut çalışma ile benzerlik göstermemektedir.

Sonuçlar alt boyutlara göre değerlendirildiğinde “ilgi”, “algılanan yetenek” ve “değer verme” alt boyutlarının tümünde uygulama sonunda anlamlı bir artış olduğu bulunmuştur. Bu sonuç literatürdeki diğer çalışmaların sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir (Kim ve Bolger 2017). STEM uygulamaları geliştirme ve uygulama sürecinde öğretmen adaylarının STEM’e yönelik ilgilerinin, algıladıkları yeteneklerin arttığını ve değer verme seviyelerinin yükseldiğini söylemek mümkündür. Sonuçlar araştırmanın diğer problemi için toplanan öğretmen adayları görüşlerinden elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

Kartal ve Tasdemir (2021) hizmet öncesi dönemde öğretmen adaylarına STEM eğitimlerinin verilmesinin STEM’e yönelik tutumlarında olumlu katkı sağladığını dile getirmiştir. STEM uygulamalarına yönelik verilen eğitimlerin öğretmen ve öğretmen adaylarının STEM tutumlarını arttırdığı ile ilgili sonuçlar bulunmaktadır (Akaygun ve Aslan-Tutak 2020). Shahali vd. (2015) entegre STEM öğretimi programının katılımcıların STEM tutumlarını arttırdığı sonucuna ulaşmıştır. Huziak-Clark vd. (2015) ise çalışmasında entegre STEM’e yönelik verilen eğitimlerin STEM tutumlarını olumlu etkilediği bulunmuştur. Sonuçlar, öğretmen adaylarının STEM tutumlarının olumlu yönde geliştiğini gösteren diğer çalışmalar (Herdem ve Ünal 2018, Murat 2018, Şahin 2019, Kartal ve Tasdemir 2021) ile tutarlıdır. STEM gelişim programlarının katılımcıların STEM’e yönelik olumlu inançlar geliştirdiğini gösteren başka çalışmalar da literatürde mevcuttur (Baker ve Galanti 2017, Estapa ve Tank 2017, Kim ve Bolger 2017, Stonier ve Adarkwah 2023).

STEM’e yönelik algı ve tutumlar, STEM öğretim uygulamalarını etkiler ve öğrenme ortamını şekillendirmekte etkilidir (Wilkins ve Ma 2003, Tseng vd. 2013, Yıldız vd. 2019). Öğretmenlerin tutumları ile STEM öğretim uygulamaları arasında güçlü bir ilişkili olması nedeniyle (Thibaut vd. 2018c), aday öğretmenlerin tutumlarının gelişmesi de STEM uygulamaları için önem arz etmektedir. STEM’e yönelik tutumlar, öğretmen adaylarının gelecekteki sınıflarında gerçekleştirecekleri STEM uygulamaları hakkında ne

düşündüğü ve ne hissettiği ile ilgili bilgiler sunabilir (Wahono ve Chang 2019). Öğretmen adaylarının hizmet öncesi dönemde yaşadıkları deneyimler, öğretmenlik kariyerinde uygulayacakları öğretimin kalitesini belirler (Appleton ve Kindt 2002). Hizmet öncesi dönemde STEM'i deneyimleme, tasarlama ve uygulama fırsatı adayların tutumlarının gelişmesine ve bu durumun sonucunda da mesleklerinde STEM uygulamalarını güçlendireceğini söylemek mümkündür. Öğretmenlerin hizmet öncesi dönemde STEM öğretim programlarıyla teşvik edilerek STEM tutumlarının gelişmesine öncülük edilebilir.

Katılımcıların STEM uygulamalarına yakından tanık olmaları ve süreçte aktif olarak hem öğrenen hem öğretici rolünde olmaları, süreç içerisinde STEM'e ilgilerini ve yeteneklerini aynı zamanda STEM'e yönelik değerlerini olumlu etkilediğini söylemek mümkündür. Öğretmenlerin STEM'e yönelik olumsuz tutumu, STEM'i derslerine entegre etmesini engelleyebilir. Öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının STEM ile ilgili tutumları, öğrencilerinin STEM'e yönelik tutumlarını etkilediği bilinmektedir (Ayaz ve Sarıkaya 2019). Entegre STEM öğretiminin öğrencilerin STEM tutumlarını geliştirdiği ile ilgili literatürde çalışmalar bulunmaktadır (Knipprath vd. 2018). Buradan yola çıkarak STEM uygulamaları, öğrencilerin STEM tutumlarını olumlu yönde etkileyeceğini söylemek doğru olacaktır.

Öğretmen yetiştirme programlarında yer alan STEM öğretimine yönelik eğitimlerin öğretmen adaylarının STEM'e olumlu tutum geliştirmelerini sağlayabilir. Öğretmen adaylarının STEM'i uygulayabilme imkanları tutum geliştirmesi için önemli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Benzer olarak STEM'e dönük staj yapmış öğretmen adaylarının staj yapmayanlara göre STEM tutumlarının daha fazla olduğu sonucuna ulaşan çalışmalar mevcuttur (Kartal ve Tasdemir 2021). Bu durum öğretmen adaylarının STEM uygulama fırsatlarının tutumlarında etkili olduğunu göstermektedir. Aynı zamanda sınıf içi uygulamalarında öğretmen rolünde olmaları da tutumlarını olumlu etkilemiş olabilir. Uygulama sürecinde adayların STEM'in farklı disiplinlerindeki uzmanlarla bir araya gelmeleri ve uzmanların geri dönütleri adayların STEM tutumu geliştirmelerinde katkı sağlamış olabilir.

5.2 Entegre STEM Öğretimine Yönelim ile İlgili Tartışma ve Sonuç

Araştırmanın ikinci alt problemi olan “STEM ders planı geliştirme ve uygulama süreci fen bilgisi öğretmen adaylarının entegre STEM öğretimi yönelimlerini nasıl etkilemektedir?” sorusu için “Entegre FeTeMM Öğretimi Yönelim Ölçeği” kullanılarak öğretmen adaylarının aldıkları ön ve son test puanları analiz edilmiştir. Uygulama sonunda fen bilgisi öğretmen adaylarının entegre STEM öğretimi yönelimlerinin arttığına ve bu sonucun istatistiksel olarak anlamlı olduğuna ulaşılmıştır. Ölçekte bulunan “bilgi”, “değer”, “tutum” “sübjektif ölçüt”, “algılanan davranış kontrolü ve davranışsal yönelimi” alt boyutlarında da ön ve son test puanlarının ortalamaları analiz edildiğinde son test puanları lehine anlamlı farkın olduğu sonucu bulunmuştur. STEM ders planı geliştirme ve uygulama sürecinin fen bilgisi öğretmen adaylarının entegre STEM öğretimi yönelimlerini olumlu yönde etkilediğini söylemek mümkündür.

Lisansüstü öğrenimine devam eden fen bilgisi öğretmenlerinin STEM ders planları geliştirme süreçlerini araştıran çalışmada (Bulut vd. 2022), katılımcıların entegre STEM öğretim yönelimlerinin geliştiği sonucuna varılmıştır. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar ile benzerlik göstermektedir. Yine aynı çalışmada (Bulut vd. 2022) sübjektif ölçüt boyutundan anlamlı artış olduğu sonucu benzerlik göstermesine rağmen diğer boyutlarda anlamlı artışın olmaması, bu araştırmadan elde edilen sonuçlar ile uyuşmamaktadır. Senaryo tabanlı STEM tasarım sürecinin fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM tutumlarını olumlu etkilediği bulunmuştur (Deniş Çeliker 2020). Çalışmada, STEM ders planı hazırlama ve uygulama sürecinin öğretmen adaylarının entegre STEM öğretimini olumlu etkilediği sonucu Özkızılcık ve Cebesoy (2020)’un sonucu ile tutarlıdır. Hiğde (2022) yürüttüğü çalışmada STEM tasarımı geliştirme süreçlerinin katılımcıların entegre STEM öğretim yönelimleri olumlu etkilediği sonucuna ulaşmış fakat “algılanan davranış kontrolü ve davranışsal yönelimi” ve “değer” boyutunda anlamlı bir artış gözlemlenmediğini raporlamıştır. Mevcut çalışmayla karşılaştırıldığında öğretim yönelimlerindeki artış benzerlik göstermesine karşın “algılanan davranış kontrolü ve davranışsal yönelimi” ve “değer” alt boyutlarındaki sonuçlarla uyuşmamaktadır.

STEM yaklaşımının öğretmen adaylarının STEM öğretime yönelimlerini olumlu etkilediği sonucu literatürdeki birçok çalışmayla uyumludur (Timur ve Belek 2020, Berisha ve Vula 2021). Öğretmenlerin STEM'i öğretebileceklerini hissetmeleri için STEM teorik bilgisinin yanında gerekli pedagoji eğitimi için pratik yapmaları gereklidir (Luehmann 2007). Bu pratikler hizmet öncesi dönemde öğretmen adaylarına verilecek eğitimlerle sağlanabilir. Öğretmen adayının hem öğretici hem öğrenen olduğu STEM öğretim programları ile adayın entegre STEM öğretim yönelimleri geliştirilebilir.

Literatür incelendiğinde öğretmen adaylarının STEM öğretim yönelimleriyle ilgili yapılan çalışmalarında daha çok tarama modeli kullanıldığı görülmüştür (Hacıömeroğlu 2018, Şen ve Timur 2018, Kızılot 2019, Koçak vd. 2019). Koçak vd. (2019) öğretmen adaylarının STEM öğretim yönelimleri belirlemek için deneysel çalışmalara ihtiyaç olduğuna dikkat çekmiştir. Mevcut çalışmada fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM ders planı geliştirme ve uygulama süreci derinlemesine incelenmiş olup süreç sonunda STEM öğretim yönelimlerinin olumlu yönde etkilendiği bulunmuştur. Ders planı hazırlamada gelişim gösteren adayların STEM'e yönelik bilgi düzeylerinin, tutumlarının ve değerlerinin arttığını söylemek mümkündür. Araştırmanın birinci alt probleminden elde edilen STEM tutumlarının geliştiği sonucu da mevcut alt problemin sonuçlarıyla birbirini desteklemektedir.

5.3 Bilgi İşlemsel Düşünme Becerileri ile İlgili Tartışma ve Sonuç

Araştırmanın üçüncü alt problemi olan “STEM ders planı geliştirme ve uygulama süreci fen bilgisi öğretmen adaylarının bilgi işlemsel düşünme becerilerini nasıl etkilemektedir?” sorusu için “Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği” kullanılarak öğretmen adaylarının aldıkları ön ve son test puanları analiz edilmiştir. Uygulama sonunda fen bilgisi öğretmen adaylarının bilgi işlemsel düşünme becerilerinin arttığına ve bu sonucun istatistiksel olarak anlamlı olduğuna ulaşılmıştır. Ölçekte bulunan “yaratıcılık”, “algoritmik düşünme”, “eleştirel düşünme” alt boyutlarında ön ve son test puanlarının ortalamaları analiz edildiğinde son test puanları lehine anlamlı farkın olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Buna karşın ölçeğin “işbirlikçilik” ve “problem çözme” alt boyutlarının ön ve son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır.

Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM ders planı geliştirme ve uygulama sürecinin bilgi işlemsel düşünme becerilerini geliştirdiğini fakat işbirlikçilik ve problem çözme alt boyutlarında anlamlı bir artışa neden olmadığı bulunmuştur.

Tankiz ve Atman Uslu (2022), öğretmen adaylarının ders planı hazırlama sürecinin bilgi işlemsel düşünme becerilerini zayıf ölçüde etkilerken bilgi işlemsel düşünme öğretimine yönelik öz yeterliklerini güçlü bir şekilde etkilediğini bulmuştur. Öğretmen adaylarının bilgi işlemsel becerileri kazanırken öğretimine yönelik de kendilerini yeterli görmeleri, öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerileri geliştirmelerini kolaylaştıracaktır. Ketelhut vd. (2020), bilgi işlemsel düşünmeyi derslere entegre etmeyle fen öğretimi arasında güçlü bir ilişkinin olduğunu bulmuştur. Öğretmenlerin bilim öğretiminde bu yönlü istekli oluşu hedeflere kolay ulaşmayı sağlayabilir.

Günbatar ve Bakırcı (2019), öğretmen adaylarının STEM öğretme niyetleri ile bilgi işlemsel düşünme becerileri arasında anlamlı bir ilişki olduğu sonucuna ulaşmıştır. Öğretmen adaylarına verilecek STEM eğitimlerinin bilgi işlemsel düşünme becerilerini arttıracığını ve bu durumun da STEM öğretme niyetlerine olumlu etki edeceğini söylemek mümkündür. Bu durum, mevcut çalışmada STEM ders planı geliştirme ve uygulama sürecinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilgi işlemsel düşünme becerilerini ve STEM öğretme niyetlerini istatistiksel olarak anlamlı arttırması sonucu ile oldukça tutarlıdır. Sonuçlar, uygulamanın öğretmen adaylarının bilgi işlemsel düşünme becerilerinde artışa neden olduğu ve ileriki meslek hayatlarında STEM'i öğretme niyetlerini olumlu yönde etkileyeceğini söyleyebiliriz.

Uygulama sonunda katılımcıların STEM öğretme yetkinlikleri ve bilgi işlemsel düşünme becerilerinin alt boyutu olan yaratıcılık puanlarında anlamlı bir artış olduğu bulunmuştur. Bu sonuç STEM öğretme yetkinliği ile yaratıcı yakınsama becerisi arasında anlamlı ilişki tespit eden çalışma (So vd. 2019) ile benzerlik göstermektedir. STEM uygulamalarının yaratıcı düşünme üzerinde olumlu etkisinin olduğunu gösteren başka çalışmalar da mevcuttur (Rasul vd. 2018). Ertuğrul Akyol (2020); STEM etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilgi işlemsel düşünme, yaratıcı düşünme becerilerine anlamlı bir artışa sebep olduğunu fakat problem çözme becerilerine anlamlı bir etkisi olmadığını

bulmuştur. Entegre STEM yaklaşımının bilgi işlemsel düşünme becerilerinin alt boyutlarında biri olan problem çözme becerisini olumlu yönde etkilediği sonucuna (Tan vd. 2021) karşın bu çalışmada problem çözme alt boyutunda anlamlı bir artış saptanmamıştır. Mevcut çalışmada problem çözme boyutunda anlamlı bir artışın olmaması, bilgi işlemsel düşünme becerileri yüksek fakat problem çözme alt boyutunun düşük olması sonucuyla (Bulut ve Yılmaz 2021) benzerlik göstermektedir.

Tan vd. (2021), entegre STEM yaklaşımının en az artışın işbirlikçilik boyutunda artışa neden olduğunu bulmuştur. Mevcut çalışmada ise işbirlikçilik boyutunda anlamlı bir artış bulunmamıştır. İşbirlikçilik ve problem çözme alt boyutlarında anlamlı bir artışın olamaması araştırılması gereken konulardan biri olarak ilerleyen çalışmalarda ele alınabilir. Öğretmen adaylarının STEM ders planı geliştirme ve uygulama sürecinin sonunda problem çözme ve işbirlikçilik becerilerinde anlamlı bir artışın olmaması sonucu şaşırtıcıdır. Süreç içerisinde bu beceriler üzerine aktiviteler yürütmüş olmalarına rağmen anlamlı artışın olmaması çalışma grubunun tespit edilmeyen bir özelliğinden kaynaklanmış olabilir. Nitekim STEM uygulamalarının entegre bir öğretim yaklaşımının iş birliğine dayalı sorgulama ve yeniden düşünme uygulamalarını desteklediğiyle ilgili farklı sonuçlar (Rasul vd. 2018) literatürde mevcuttur.

Bybee (2013) STEM eğitiminin etkili bir şekilde teşvik edilmesinin öğrencilerin değerli beceriler geliştirmesine yardımcı olabileceğini iddia etmektedir. Bulunan sonuçlar entegre STEM yaklaşımının bilgi işlemsel düşünme becerisini olumlu etkilediği sonuçlarıyla (Tan vd. 2021) uyumludur. Sırakaya vd. (2020) ortaokul öğrencilerinin STEM'e yönelik tutumları ile bilgi işlemsel düşünme becerileri arasında anlamlı ilişki bulmuştur. Korkmaz vd. (2019) lise öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerine yönelik algıları ile STEM beceri düzeylerine yönelik algıları arasında pozitif yönlü anlamlı bir ilişki bulmuştur. Shang vd. (2023) robotik STEM kampının ilkökul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerilerini önemli ölçüde olumlu etkilediğini fakat bilgi işlemsel düşünmenin bir boyutu olan eleştirel düşünme becerilerinde anlamlı bir artışın olmadığı sonucuna ulaşmıştır.

Ortaokul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme ve STEM kariyerlerine ilgileri arasındaki ilişkiyi araştıran çalışmada (Hava ve Koyunlu Ünlü 2021), araştırmacılar iki değişken arasında anlamlı bir ilişkinin olduğunu bulmuştur. Bu sonuç bilgi işlemsel düşünmenin STEM uygulamalarındaki önemini vurgulamaktadır. Bilgi işlemsel düşünmenin önemli olması durumuna karşın bu becerilerin kazandırılmasına yönelik çalışmalar yeterli değildir. Bu çalışmada fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM uygulamalarında öğretici rolünde gerçekleştirilen uygulamalar bilgi işlemsel düşünme becerilerini kazandırmada etkili olmuştur. Bu tür uygulamalar tüm branşlardaki öğretmen adaylarının bilgi işlemsel düşünme becerisi kazanmasında önemli rol oynayabilir. Juškevičienė vd. (2021) ise çalışmalarında bilgi işlemsel düşünme becerilerini geliştirmek için STEM konularının içinde olduğu eğitim süreçlerini planlamasının faydalı olabileceğini belirtmiştir.

5.4 Geliştirilen STEM Ders Planları ve Entegre STEM Öğretim Anlayışı ile İlgili Tartışma ve Sonuç

Araştırmanın dördüncü ve beşinci alt problemine yönelik elde edilen bulguların bir bütün oluşturması adına tartışma ve sonuç bölümünde birlikte ele alınmıştır. “STEM ders planı geliştirme ve uygulama süreci fen bilgisi öğretmen adaylarının hazırladıkları entegre STEM ders planlarını nasıl etkilemektedir?” ve “STEM ders planı geliştirme ve uygulama süreci fen bilgisi öğretmen adaylarının entegre STEM öğretim anlayışlarını nasıl etkilemektedir?” soruları araştırılmıştır. Bu sorulara yönelik katılımcılar ile uygulama öncesi ve sonrasında odak grup görüşmeleri ve öğretmen adaylarının hazırladıkları ilk ve son STEM ders planları incelenmiştir. STEM ders planlarının analizinde entegre STEM derslerinin tasarlaması ve uygulaması için nelerin dahil edilmesi gerektiğine ilişkin unsurları içinde bulundurması nedeniyle (Guzey vd. 2016a) STEM-ICA aracı kullanılmıştır. Katılımcıların entegre STEM anlayışlarındaki değişimi belirlemek amacıyla da odak görüşmeleri gerçekleştirilmiştir. Verilerden elde edilen bulgular analiz edilmiştir.

Katılımcılar entegre STEM öğretimini tanımlarken ön görüşmelerde STEM’in dört disiplinine vurgu yaptıklarını fakat disiplinlerin entegrasyonuna yönelik ifadeler yer vermedikleri bulunmuştur. Son görüşmelerde ise disiplinlerin entegrasyonu, mühendislik

tasarımı ve takım çalışmasının da içinde yer aldığı tanımlara yer verildiği görülmüştür. Ön görüşmelerde entegre STEM öğretimi hakkında teorik bilgilerin ele alındığı son görüşmelerde ise uygulama ve ders tasarlamaya yönelik detaylara yer verildiği görülmüştür. Bu durum katılımcıların hazırladıkları STEM ders planlarını uygulama imkânı sunmalarıyla açıklanabilir. Odak grup görüşmelerden elde edilen sonuçlar incelendiğinde öğretmen adaylarının son görüşmelerde entegre STEM anlayışlarının geliştiği bulunmuştur. Bu sonuç diğer çalışmalarla benzerlik göstermektedir (Wu vd. 2021). Radloff ve Guzey (2017); STEM uygulamalarını gözleme, analiz etme ve yansıtma uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının entegre STEM anlayışlarını geliştirdiği sonucuna ulaşmıştır. Entegre STEM uygulamalarını deneyimleme fırsatının fen bilgisi öğretmen adaylarının anlayışlarını geliştirmesi sonucu ile mevcut sonuçlar benzerlik göstermektedir (Berisha ve Vula 2021). Benzer olarak öğretmen adaylarına STEM dersi planlama ve uygulama fırsatı sunan STEM eğitiminin (Yip 2020), STEM anlayışlarında gelişme sağladığı bulunmuştur. Öğretmen adaylarının entegre STEM öğretiminde anlayış geliştirmeleri gelecek sınıflarındaki uygulamalara olumlu yönde etki edebilir. Ring-Whalen vd. (2018) çalışmalarında, öğretmenlerin entegre STEM anlayışlarının derslerinde neye daha çok vurgu yapacaklarına karar vermede önemli bir role sahip olduğundan ve öğrencilerinin öğrenmesine katkı sağladığından bahsetmektedir.

Katılımcılar tarafından hazırlanan STEM ders planları incelendiğinde ise son ders planlarından alınan puanların ilk ders planlarından alınan puanlara göre yüksek olduğu ve bu sonucun anlamlı olduğu bulunmuştur. Aynı zamanda ders planlarında incelenen “Mühendislik Tasarım Zorluğu” ile “Performans ve Biçimlendirici Değerlendirme” kategorilerinde de anlamlı bir artış olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Hazırlanan ilk STEM ders planları zayıf ile yeterli düzeydeyken son ders planlarının yeterli ve iyi düzeye yükseldiği bulunmuştur. STEM odaklı etkinliklere katılan fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM ders planları geliştirme becerilerinin incelendiği çalışmada (Bozkurt Altan ve Ucuncuoglu 2019); “içerik”, “yaklaşım”, “ölçme değerlendirme”, “uygulanabilirlik” kategorilerinde adayların gelişim gösterdikleri bulunmuştur. Mevcut çalışmayla karşılaştırıldığında sonuçlar benzerlik göstermektedir. Bu sonuçlara

dayanarak STEM ders planı geliştirme ve uygulama sürecinin fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM ders planlarını olumlu yönde geliştirdiğini söylemek mümkündür.

Analiz sonuçlarına göre fen bilgisi öğretmen adaylarının hazırladıkları STEM ders planlarının olumlu yönde geliştiği ve ders planı geliştirme sürecinin entegre STEM öğretim anlayışlarını geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır. Öğretmen adaylarının gruplar halinde hazırladıkları ders planlarına ait sonuçlar ile odak grup görüşmesinden elde edilen veriler birbirini destekler niteliktedir. Örneğin öğretmen adayları yapılan ön görüşmelerde mühendislik tasarımına ait entegrasyonla daha az aşamaya değinmesine karşın yapılan son görüşmelerde mühendislik tasarım aşamalarına daha fazla değinmiştir. Geliştirdikleri STEM ders planları incelendiğinde de bu sonuçları destekler niteliktedir. Ders plan hazırlama ve uygulamanın öğretmen adaylarında olumlu gelişimlere neden olduğunu savunan başka çalışmalar da mevcuttur (Gül 2019, Ryu vd. 2019). Ayrıca mevcut araştırmanın ikinci alt probleminin sonuçlarında STEM ders planı geliştirme ve uygulama sürecinin öğretmen adaylarının entegre STEM öğretimi yönelimlerini olumlu etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlar odak grup görüşmesinden elde edilen entegre STEM öğretimi anlayışlarının gelişmesi sonucu ile oldukça uyumludur.

STEM ders planları ve odak grup görüşmesinden elde edilen bulgular “Motive Edici ve İlgi Çekici Bağlam”, “Mühendislik Tasarım Zorluğu”, “Bilim İçeriğinin Entegrasyonu”, “Matematik İçeriğinin Entegrasyonu”, “Öğretim Stratejileri”, “Takım Çalışması”, “İletişim”, “Performans ve Biçimlendirici Değerlendirme”, “Organizasyon” kategorilerine göre literatürdeki diğer sonuçlarla tartışılarak aşağıda sunulmuştur:

Entegre STEM öğretiminde bağlamın; merak uyandıran, günlük olayları içeren, gerçek durumlara uyarlanabilme özelliklerine sahip olması gerektiği katılımcılar tarafından ifade edilmiştir. Son görüşmelerde ise bu ifadeler ek olarak bağlamın bilgi temelli hayat problemi, yerel konuları, çevresel/toplumsal konuları, güncel olması ve mühendislik tasarımını içermesi gerektiği bahsedilmiştir. STEM ders planı geliştirme ve uygulama sürecinin katılımcıların bağlam ile ilgili anlayışlarını geliştirdiği ve ilgi çekici bağlama yönelik daha fazla örneğe yer verdikleri sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca hazırlanan ilk ve son STEM ders planları incelendiğinde motive edici ve ilgi çekici bağlam oluşturma

düzeyinin geliştiği bulunmuştur. Son ders planlarında bilgi temelli hayat problemlerine yer verdikleri, güncel olayları içeren merak uyandıran ve mühendislik tasarımına izin veren bir bağlam oluşturmaları, öğretmen adaylarının hazırladıkları ders planları ile entegre STEM öğretimi anlayışlarının tutarlı olduğunu göstermektedir. Uygulama sonunda öğretmen adaylarının STEM ders planı için bağlam ile ilgili güçlü bir anlayış geliştirdiğini söylemek mümkündür. Son STEM ders planlarında bu kategoriden her grubun yüksek puan almış olması bu sonucu destekler niteliktedir.

Aydin Gunbatar vd. (2022), STEM ders planı geliştirme sürecinin öğretmen adaylarının günlük yaşamdan ilgi çeken bağlamın önemini ve mühendislik tasarımının bilimsel bilgiyle ilişkilendirilmesinde etkili olduğu sonucuna ulaşmıştır. Mevcut çalışmayla bu sonuçlar benzerlik göstermektedir. Araştırmada incelenen STEM ders planlarında sosyobilimsel konular, yıkıcı doğa olayları ve çevre sorunları ile bağlam oluşturulduğu görülmüştür. Sosyobilimsel konular günlük hayatla ilişkili, bilimi ve toplumu ilgilendiren ikilemli konulardan oluşması (Sadler 2004) nedeniyle STEM derslerinde bağlam oluştururken ele alınmasının uygun olduğu söylenebilir. Sosyobilimsel konuları ele alan öğrenme ortamının öğrenmeyi daha ilgi çekici hale getirdiği (Zeidler vd. 2009) ve öğrenciler için motive edici bir güce sahip olması STEM’de sosyobilimsel bağlamların kullanılmasının önemini göstermektedir. Sosyobilimsel konuların bağlam olarak kullanıldığı STEM uygulamalarının önemini gösteren çalışmalar mevcut çalışmanın sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir (Bozkurt Altan vd 2018, Uyanık 2021, Wahono vd. 2021). Burton vd. (2022) öğretmen adaylarının ders planlarında gerçek yaşam bağlamlarına oldukça az veya hiç yer vermediği tespit edilmemesi mevcut çalışmanın sonuçlarıyla uyuşmamaktadır.

Sınıf öğretmeni adaylarının STEM öğretimini tasarlama ve uygulama deneyimlerinin incelendiği çalışmada (Saraç ve Doğru 2021); katılımcılar tarafından STEM ile ilgili günlük yaşamla ilişki kurma, bilimsel süreç becerileri, tasarım temelli öğretim gibi kavramlar ele alınmıştır. Bu sonuçlar mevcut çalışmayla oldukça benzerlik göstermektedir. Entegre STEM öğretiminde ilgi çeken ve öğrenciyi motive eden bağlamın oluşturulması oldukça büyük bir öneme sahiptir (Moore vd. 2014). Günlük yaşam problemleri öğrencilerin konuya ilgisini olumlu yönde etkileyebilir. Aynı zamanda

öğretmenlerin motive edici bir bağlam oluşturmaları öğrencilerin derse katılımını desteklemektedir (Kolodner vd. 2003). Bozkurt Altan vd. (2016), STEM etkinliklerinin öğrencilerin motivasyonlarını arttırdığını bulmuştur. Öğrencileri motive etmek için gerçek yaşam durumlarıyla ilişkilendirmek ve disiplinler arası bağlantılar kurmak önemlidir (Shahali vd. 2016). Katılımcıların son ders planlarında bağlam ile ilgili puanlarının yüksek olması ve anlayış geliştirmeleri, gelecek sınıflarında öğrencilerini motive eden bir bağlam oluşturmaya yatkın ve istekli olacakları şeklinde yorumlanabilir. STEM ders planı geliştirme ve uygulamayla ilgili bu sürecin bağlam ve içerik belirlemede etkili olduğunu söylemek mümkündür.

Katılımcılar tarafından ön ve son görüşmelerde entegre STEM öğretiminde mühendislik tasarım sürecinin bir aşaması olan ürün tasarlamadan bahsedilmiştir. Bununla birlikte entegre STEM öğretiminde mühendisliğin temel kavramlarını barındırması gerektiği ifade edilmiştir. Ön görüşmelerde başka koda ulaşılmazken son görüşmelerde mühendislik tasarım sürecinin diğer aşamaları da ele alınmıştır. Örneğin prototip geliştirme, test etme, maliyet/zaman/malzeme tespiti, mühendislik tasarım zorluğu gibi kavramlardan bahsedilmiştir. Bu durum; öğretmen adaylarının STEM ders planı geliştirme ve uygulama sürecine aktif olarak katılmaları, mühendislik tasarımının aşamalarını ve önemini fark etmiş olmalarıyla açıklanabilir. Hazırlanan STEM ders planlarının uygulanması, probleme yönelik çözümler geliştirilmesi ve ürün ortaya çıkarılması mühendislik tasarım süreci hakkında olumlu anlayış geliştirmelerinde etkili olduğu söylenebilir. Ayrıca katılımcıların gruplar halinde hazırladıkları son STEM ders planlarında mühendislik tasarım aşamalarına yer verdikleri ve bu kategoriden yüksek puan aldıkları bulunmuştur. Katılımcılarla yapılan görüşmeler ile ders planından elde edilen verilerin birbiriyle tutarlı olduğu görülmektedir.

Ergün ve Kıyıcı (2019); fen bilgisi öğretmen adayları tarafından geliştirilen ve daha sonrasında sınıf içinde mini uygulamaları gerçekleştirilen tasarım temelli etkinliklerin, katılımcıların mühendisliğin özelliklerine yönelik algılarını olumlu etkilediğini tespit etmiştir. Farklı bir çalışmada mühendislik tasarım sürecinin sınıf öğretmeni adaylarının mühendisliğe ilişkin algılarını olumlu etkilediği sonucuna ulaşılmıştır (Ayaz ve Sarıkaya 2019). Mevcut çalışmada katılımcılar hazırladıkları STEM ders planlarında mühendislik

tasarım süreçlerine iyi ölçüde yer verildiği tespit edilmiştir. Bir sınıf öğretmeni, bir aday öğretmen ve bir lisansüstü mühendislik öğrencisinden oluşan üç kişilik gruplar halinde hazırlanan STEM ders planlarının mühendislik tasarım kategorisinde zayıf ya da yeterli düzeyde olduğu bulunmuştur (Estepa ve Tank 2017). Aynı çalışmada hazırlanan ders planlarında on tanesinden dokuzu mühendislik tasarım sürecini içinde barındırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Mevcut çalışmada hazırlanan STEM ders planlarında teknoloji ve mühendislik ile ilgili kazanımların birbiri yerine kullanıldığı görülmüştür. Grup STEM ders planları incelendiğinde teknoloji ve mühendislik disiplinlerinin birbiri yerine kullanıldığı ve karıştırıldığı sonucu literatürdeki başka bir çalışmayla benzerlik göstermektedir (Kim ve Bolger 2017). Capobianco ve Rupp (2014), öğretmenlerin mühendislik tasarımına dayanan STEM ders planlarının iyi düzeyde olduğunu ve içeriği mühendislik tasarımı ile uyumlu hale getirmede başarılı olduklarını bulmuştur. Entegre STEM öğretimi uygulamalarının kimya öğretmen adaylarının mühendislik tasarım süreci ve disiplinlerin entegrasyonu bağlamında anlayışlarını geliştirdiği sonucu, mevcut çalışmayla paralellik göstermektedir (Aydın vd. 2021).

Öğretmenlerin mesleki gelişim programlarıyla birlikte mühendislik tasarım sürecine ilişkin artan bilgilerini rapor eden çalışmalar mevcuttur (Ring vd. 2017, Mesutoglu ve Baran 2020). Kim ve Bolger (2017); adayların hizmet öncesi dönemde STEM derslerini planlama fırsatı bulmaları, öğretim programı entegrasyonunu kullanma potansiyelini arttırdığını ifade etmiştir. Öğretmen adaylarına hizmet öncesinde verilecek STEM öğretimine yönelik eğitimler, mühendislik beceri ve sürecini ders planlarına entegre etmek için faydalı olabilir (Aydın Gunbatar vd. 2022). Öğretmenlerin bu sürece önceden hazırlanması için de hizmet öncesi dönemde STEM ders planı tasarlama ve uygulama önemli bir yere sahiptir. Katılımcıların bu uygulama ile birlikte mühendislik tasarım süreç becerilerini geliştirdikleri ve sınıflarında uygulamak için yeterli bilgi birikimine sahip olduğunu söylemek mümkündür.

Ön ve son görüşmelerinde ortak olarak entegre STEM öğretiminde bilim entegrasyonu ile ilgili bilimsel süreçlerin işe katılması gerekliliğinden bahsedilmiştir. Son görüşmelerde

temel fen kavramlarının STEM'e katılma sürecinden, bilimsel bilgiye ulaşma, bilimin doğası gibi konulara da yöneldikleri görülmüştür. Bu sonuçlar ışığında STEM ders planı geliştirme ve uygulama sürecinin katılımcıların STEM öğretiminde bilim entegrasyonu ile ilgili anlayışlarının geliştiğini söylemek mümkündür. Hazırlanan son STEM ders planları incelendiğinde bilim içeriğinin entegrasyonu kategorisinden alınan puanın 3 olması ders planlarının iyi düzeyde olduğu sonucu görülmüştür.

Hazırlanan STEM ders planları incelendiğinde konu alanı seçimlerinde fiziksel olaylar, canlılar ve yaşam tercih edilmesine rağmen madde ve doğasına çok yer verilmediği görülmüştür. Katılımcıların mühendislik tasarımı daha çok fizik konularıyla ilişkilendirdiğini söyleyebiliriz. Buna benzer olarak fizik ile kıyaslandığında kimya konularının STEM entegrasyonunun daha kısıtlı olduğu literatürde bildirilmiştir (Aydın Günbatar 2018, Aydın Gunbatar vd. 2022). Guzey vd. (2016a) ise öğretmenler tarafından hazırlanan mühendislik etkinliklerinde fizik konularının, hayat bilgisi ve yer bilimleri konularına göre daha ilgi çekici bağlam oluşturduğunu tespit etmiştir. Bu sebeple katılımcı öğretmen adayları konu seçiminde ağırlıklı olarak fizik konularına yönelmiş olabilirler.

Hazırlanan STEM ders planlarında aday öğretmenlerin bilim kavramlarıyla mühendislik süreçlerini iyi düzeyde entegre edildiği bulunmuştur. Öğretmenlerin STEM ders planlarında temel fen kavramlarını, tasarım görevinin içine yerleştirilerek kullanılma durumuna çok dikkat etmedikleri sonucu (Capobianco ve Rupp 2014), mevcut çalışmanın sonuçlarıyla benzerlik göstermemektedir. Ozcakir Sumen ve Calisici (2016), öğretmen adaylarının hazırladıkları STEM etkinliklerinde mühendislik ile fen bilimleri kazanımları kolaylıkla ilişkilendirildiğini bulmuştur. Çalış ve Ergül (2021) ise öğretmen adaylarının STEM disiplinleri ile kazanımları ilişkilendirmede zorluk yaşadıklarını tespit etmiştir. Estapa ve Tank (2017) üçer kişiden oluşan toplam on gruptan sadece dördünün hem matematik hem fen kavramlarını mühendislik tasarımı mücadelesine entegre ettiklerini bulmuştur. Bilim kavramlarını mühendislik sürecine dahil etmek zor olabilir. Ders planlama ve uygulama ile ilgili eğitimler disiplinlerin entegrasyonu konusunda yardımcı olur. Çalışma kapsamında teorik STEM eğitimi ve sonrasında deneyimleme fırsatı

katılımcıların bilim içeriğini diğer disiplinlere entegre etme konusunda yardımcı olmuş olabilir.

Katılımcılar tarafından ön ve son görüşmelerde entegre STEM öğretiminde matematik entegrasyonu ile ilgili ölçme/hesaplama, veri analizi/yorumlama, temel matematiksel işlemler ve temel matematik kavramları gibi unsurlar ele alınmıştır. Son görüşmelerde ise ön görüşmeden farklı olarak istatistiksel işlemler ve problem çözme konularından bahsedilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde, katılımcıların ön ve son görüşlerinin benzer olduğu fakat son görüşmelerde sınıf içi uygulamalarından yola çıkarak örnekler verildiği görülmüştür. Bu durum, öğretmen adaylarına STEM öğretiminde matematik disiplininin entegrasyonunu nasıl sağlandığı ile ilgili bakış açısı kazandırdığını göstermektedir. Hazırlanan son STEM ders planları incelendiğinde ise matematik içeriği entegrasyonundan bütün grupların 2 (yeterli) puan aldığı bulunmuştur. Estapa ve Tank (2017), çalışmalarında katılımcıların STEM ders planlarında matematik içeriğinin entegrasyonu konusunda 1 (zayıf) puan aldıkları sonucuna ulaşmıştır.

Tüm grupların son ders planlarında temel matematik kavramlarına ve temel düzey ölçüm becerilerini kullanmayı gerektiren etkinliklere yer verdikleri görülmüştür. Bu duruma karşın hiçbir ders planı STEM uygulamasına tamamen entegre edilmiş olmadığı bulunmuştur. Bu durum öğretmen adaylarının alanlarının matematik olmaması nedeniyle entegrasyonda sorun yaşamalarıyla ilgili olabilir. Kim vd. (2015) öğretmen adaylarının hazırladıkları ders planlarında matematik disiplinini oldukça az kullandıkları sonucunu matematiğe olan bilgi ve ilgi eksikliğinden kaynaklandığını savunmuştur. Ayaz ve Sarıkaya (2019), mühendislik tasarım sürecinin sınıf öğretmeni adaylarının matematik disiplinine yönelik algılarını istatistiksel olarak anlamlı arttırmadığını bulmuştur. Mevcut çalışmada matematik içeriğinin entegrasyonu kategorisinde anlamlı artış olmaması sonucuyla benzerlik göstermektedir. Yapılan odak grup görüşmelerinde öğretmen adaylarının matematik entegrasyonuna yönelik kavramsal anlayışlarında büyük bir artış gözlemlenmemiştir. Estapa ve Tank (2017); bir öğretmen, bir aday öğretmen ve bir lisansüstü mühendislik öğrencisinden oluşan grupların hazırladıkları STEM ders planlarında ölçme, toplama, problem çözme, ortalama gibi matematik kavramlarına yer verdiğini tespit etmiştir. Benzer olarak mevcut çalışmada öğretmen adayları odak grup

görüşmelerinde matematik içeriğinin entegrasyonu ile ilgili ölçme, hesaplama, veri analizi, problem çözme kavramlarına değinmiştir.

Hazırlanan STEM ders planları incelendiğinde matematik disiplinini ders planlarında kullanmak için yer verdikleri fakat mükemmel seviyede olmadığı görülmüştür. Her ders planında matematik disiplininin mühendislik tasarımında yardımcı bir role sahip olarak kullanıldığı sonucuna ulaşılmıştır. Ders planları incelendiğinde matematik disiplinine ait “Sayılar ve İşlemler”, “Geometri ve Ölçme” ve “Veri İşleme” konu alanına ait kazanımların seçildiği tespit edilmiştir. “Cebir” ve “Olasılık” konu alanlarından kazanımlara rastlanmamıştır. Ders planlarında ölçme, hesaplama ve geometriden sıkça yararlandıkları görülürken veri işleme, yorumlama, analiz ile ilgili yeteri kadar detaya girilmediği görülmüştür. Mevcut çalışmada, hazırlanan ders planlarında en düşük ortalamaya sahip kategorinin “Matematik İçeriğinin Entegrasyonu” olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuç, katılımcıların fen bilgisi öğretmen adaylarından olmasıyla ve matematik öğretim programına yeterince hâkim olmamasıyla açıklanabilir. Kruatong vd. (2022) fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM dersleri tasarlarırken fen bilimleri disiplinine yönelmelerine karşın diğer disiplinleri entegre etmede sorun yaşadıklarını ifade etmiştir. STEM öğretiminin disiplinler arası yaklaşımı ortaya çıkan sonucu daha da güçlendirmektedir. Hazırlanan STEM öğretimi konularının iş birliği ile farklı disiplinlerden uzmanların bir araya gelerek hazırlamaları önem teşkil etmektedir.

Ön ve son görüşmelerde katılımcılar tarafından entegre STEM öğretiminde proje tabanlı öğrenme, probleme dayalı öğrenme, iş birlikli öğrenme ve 5E öğrenme modelinin kullanılabileceği ile ilgili görüşler ifade edilmiştir. Ön görüşmede, sunuş yoluyla öğrenme yaklaşımından bahsedilmiş olup son görüşmede bu öğrenme yaklaşımından bahsedilmemiştir. Bu durum katılımcıların STEM uygulamalarını deneyimledikten sonra öğrenci merkezli yaklaşım ve yöntemlerine yönelmiş olmasıyla açıklanabilir. Son görüşmelerde de araştırma-inceleme yoluyla öğrenme, buluş yoluyla öğrenme, örnek olay, tartışma yöntemi gibi öğrenci merkezli yaklaşım ve yöntemleri tercih etmeleri bu durumu destekler niteliktedir. Hazırlanan son STEM ders planlarında da öğretim stratejisi kategorisinden iyi puan aldıkları, öğrenciyi aktif eden yöntem ve tekniklerden yararlanıldığı bulunmuştur. STEM ders planı geliştirme ve uygulama sürecinin fen bilgisi

öğretmen adaylarının STEM dersleriyle ilgili öğretim stratejileri anlayışlarının geliştiği ve ders planlarında da bu anlayışlarını yansıttıklarını söylemek mümkündür.

Breiner vd. (2012)'nin dediği gibi STEM, sorgulama ve projeye dayalı öğretimi kullanmayı teşvik eder. Katılımcılar tarafından STEM'in gelenekselden sistemden uzak ve aynı zamanda sorgulama, araştırma, yaparak yaşayarak öğrenmeye dayalı olduğu ifade edilmiştir. STEM uygulamalarında öğrenciyi merkeze alan yaklaşım ve yöntemlerin kullanılması elzemdir. Görüşmelerde entegre STEM'de 5E öğrenme modeline vurgu yapılmıştır. 5E öğrenme modeli, STEM'in disiplinleri arasındaki bağlantıyı kurmaları için ders planlamayı kolaylaştıran bir yaklaşımdır (Çiftçi vd. 2022). Uygulama sonrasında yapılan görüşmelerde öğrenci merkezli daha fazla yöntemden bahsettikleri görülmüştür. Spikic vd. (2022), öğretmen adaylarının entegre STEM uygulamalarında öğretim stratejilerini tasarlamada başarılı olduklarını bulmuştur. Aday öğretmenlerin geliştirdikleri STEM planlarını sınıfta uygulamasını gerçekleştirerek aynı zamanda öğrenci rolünde olmaları, entegre STEM'de öğrenci faktöründeki farkındalığı arttırmış olabilir.

Katılımcılar hem ön hem son görüşmelerde iş birliği, grupların heterojen oluşturulması, eşit başarı fırsatı ve bireysel sorumluluk gibi kavramlara değinmiştir. Adayların son görüşmelerde takım çalışmasıyla ilgili anlayışlarının geliştiği ve daha fazla konuya değindikleri görüşmüştür. Örneğin gruplara rehberlik, saygı ve güven ortamının oluşturulmasının takım çalışmalarını desteklediğinden bahsedilmiştir. Bu katılımcıların sürece hem öğrenci hem öğretmen olarak katıldığı STEM uygulamalarında deneyim kazanmış olmalarıyla açıklanabilir. STEM uygulamalarına hem öğrenen hem öğretici olmaları sürecin nasıl gerçekleştiği ve sınıf içinde çıkması muhtemel sorunları fark etmelerine neden olmuş olabilir. Ayrıca son görüşmelerde adaylar, takım çalışmalarını desteklemek için tartışma tekniklerinin etkin kullanımından bahsetmiştir. Mühendislik tasarım süreci sırasında argümantasyonun öğretmen tarafından sürece dahil edilmesi ve öğrencinin aktif katılımını sağlamak oldukça önemlidir (Mathis vd. 2017).

Hazırlanan ilk STEM ders planlarında takım çalışması kategorisinden tüm grupların 2 (yeterli) puan aldığı görülmüştür. Son ders planlarında ise bu kategoriden alınan ortalama

puan 2,8 olarak belirlenmiştir. Son ders planlarında sadece bir grup takım çalışması kategorisinden 4 puan (mükemmel) alırken diğer gruplar yeterli ve iyi düzeyde puan almıştır. Ders planlarında takım çalışmasına yeteri kadar yer verildiği söylenebilir. Estapa ve Tank (2017), öğretmen ve mühendisten oluşan grupların STEM ders planlarında takım çalışması kategorisinin iyi veya mükemmel düzeyde olduğunu belirlemiştir. Yine aynı çalışmada (Estapa ve Tank 2017), toplam on ders planı içinden sekizinde ise takım çalışması ve iş birliğini destekleyen uygulamalara yer verildiği bulunmuştur. Bu sonuçlar mevcut çalışmanın sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. Ders planlarının tümünde takım çalışmasını teşvik eden uygulamaların olduğu bulunmuştur. Literatürde STEM geliştirme ve uygulama sürecinin öğretmen adaylarının STEM öğretiminde iş birliği, takım çalışması ve akran öğreniminin önemini fark etmelerini sağlayan başka çalışmalar (Yip 2020) mevcuttur.

Öğrencilerin öğretim sürecinde bilimsel bilgi ve becerileri kullanmalarını gerektiren bilimsel uygulamalara katılma fırsatı bulmaları gerekmektedir (Crotty vd. 2017). Guzey vd. (2016a), çalışmalarında öğretmenlerin hazırladıkları STEM tasarımlarında iletişimin odak noktası olarak ele alınmadığını bulmuştur. Mevcut çalışmada incelenen ders planlarında takım çalışmasına yer verildiği fakat iletişimin öğeleri ve gerekliliği ile ilgili ayrıntılara yer verilmediği bulunmuştur. Öğrencinin süreç içinde mühendislik tasarım düşüncelerini iletmesinin STEM öğrenimini teşvik ettiği bilinmektedir (Dym vd. 2005). Öğrencinin mühendislik tasarım sürecinde bilgi ve deneyimlerini akranları ve öğretmenine farklı iletişim kanallarıyla aktarması öğrenme aktivitesini olumlu yönde etkileyebilir.

Yapılan ön görüşmelerde STEM derslerinde ölçme ve değerlendirmeye ilgili katılımcılar hem geleneksel hem çağdaş ölçme araçlarını görüşlerinde belirtirken son görüşmelerde daha çok çağdaş ölçme ve değerlendirme araçlarına yer verdikleri görülmüştür. Son görüşmelerde süreç odaklı portfolyo, performans görevleri gibi ölçme ve araçlarına yer verilmiştir. STEM'in doğası gereği uzun soluklu ve süreç odaklı olması STEM derslerinde öğrencileri değerlendirmek için süreç odaklı ölçme araçlarının kullanımı faydalı olacaktır. Bu anlamda bakıldığında uygulama sürecinin, katılımcıların STEM'in doğasını anlamasına fayda sağladığı söylenebilir.

Hazırlanan ilk STEM ders planlarında her grubun biçimlendirici ve performans değerlendirme kategorisinden 1 (zayıf) puan aldığı son ders planlarında ise grup ortalamalarının 2,4 puana çıktığı bulunmuştur. Bu artışın istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Anlamlı bir artış olmasına karşın hiçbir grup bu kategoride tam puan almamıştır. Katılımcılar, son görüşmelerde STEM derslerinde biçimlendirici değerlendirmenin önemini yeterince vurgulamalarına rağmen hazırladıkları ders planlarında bahsettikleri ölçme araçlarının sadece bir kısmına yer verdikleri görülmüştür. Son görüşmelerde katılımcılar STEM öğretiminde ölçme ve değerlendirme ile ilgili geleneksel araçlara hiç değinmemelerine karşın son ders planlarında çoktan seçmeli, kısa cevaplı sorular gibi bu tür ölçme araçlarına yer verdikleri bulunmuştur. Wieselmann vd. (2022), öğretmenlerin hazırlamış olduğu STEM planlarında öğretim stratejilerinden ve öğrenciler için hazırlanan çalışma yapraklarından yoksun olduğunu tespit etmiştir. Mevcut çalışmada öğretmen adaylarının ders planların mühendislik tasarımıyla ilgili çalışma yapraklarına yer verdikleri fakat geliştirmeye açık olduğu bulunmuştur.

Fen bilgisi öğretmen adaylarının hazırladıkları STEM ders planları incelendiğinde organizasyon kategorisinden bir grubun 1 (zayıf), iki grubun ise 4 (mükemmel) puan aldığı bulunmuştur. Grupların ders planları yeterli düzeyde organize edilmiş olmasına karşın bazı aşamalarda eksiklikler olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ders planlarının açık, anlaşılır ve aşamalı ilerlemesi aynı zamanda farklı öğretmenlerin de kullanımına elverişli bir biçimde hazırlanması gerekmektedir. STEM öğretimi için uygun ortam ve şartların sağlanması zaman alabilir (Nadelson vd. 2013). Bu şartların yerine getirilmesi için ders öncesinde öğreticinin ders sürecini organize etmesi ve mevcut imkanlar dahilinde STEM ders planı hazırlaması gerekmektedir.

Katılımcılar ders planlarını tasarladıktan sonra grubun öğretici ve akranlarının da öğrenen rolünde olduğu sınıfta STEM ders planlarını uygulamıştır. Uygulama sonunda yaşadıkları zorluk ve eksiklikler ders sonunda konuşulmuş ve STEM ders planları gruplar tarafından eksiklikler giderilerek tekrar düzenlenmiştir. Bununla ilgili katılımcıların son görüşleri incelendiğinde uygulama sürecinde mühendislik tasarım sürecini daha iyi anladıklarını ve bu konuda fen-matematik içeriğini daha iyi entegre etmek için ders planlarında

güncellemeler yaptıkları görülmüştür. Katılımcılar son görüşmelerde hazırladıkları ders planlarında işlevli olmayan sınırlıkları çıkarttıklarını ve bilgi temelli hayat problemi ile ilgili düzenlemeler yaptıklarını ifade etmiştir. Hazırlanan STEM ders planlarının sınıf içinde uygulamalarının gerçekleştirilmesi ders planlarındaki eksikliklerin belirlenmesinde etkili olduğunu göstermektedir. STEM ders planlarını uygulama deneyiminin, öğretmen adaylarının ders planlarını tekrardan organize etme konuda etkili olduğunu göstermektedir. Entegre STEM'in sınıftaki yansımalarını keşfetmek uygulamanın başarılı olmasına yardımcı olabilir (Estapa ve Tank 2017). Capobianco ve Rupp (2014), öğretmenlerin hazırladıkları STEM ders planlarını sınıflarında ilk uygulama fırsatı bulduklarında mühendislik tasarım süreçlerini derse yeterince entegre edemediklerini fakat ikinci uygulamayla entegrasyonu daha iyi sağladıkları sonucuna ulaşmıştır.

Sonuç olarak fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM ders planı geliştirme ve uygulama sürecinin STEM tutumlarını, entegre STEM öğretimi yönelimlerini ve bilgi işlemsel düşünme becerilerini istatistiksel olarak anlamlı ve olumlu yönde etkilediği bulunmuştur. Yapılan son görüşmeler incelendiğinde, bu süreçte fen bilgisi öğretmen adaylarının entegre STEM öğretimine yönelik anlayış geliştirdiği görülmüştür. Hazırlanan STEM ders planları incelendiğinde ise son ders planlarından alınan puanların ilk ders planlarından alınan puanlara göre daha yüksek olması öğretmen adaylarının STEM ders planı hazırlama konusunda geliştiğini ve bu süreçte STEM ders planlarının niteliğinin arttığını göstermektedir. Uygulama sürecinde katılımcıların uzmanlardan geri dönüt almaları, süreçte hem öğretici hem öğrenen rolünde olmaları, hazırladıkları STEM ders planlarını uygulama deneyimleri gelişimlerini olumlu yönde etkilemiştir.

6. ÖNERİLER

Bu başlık altında çalışmada elde edilen sonuçlardan yola çıkarak önerilere yer verilmiştir.

- Bu araştırma kapsamında STEM ders planı geliştirme ve uygulama sürecinin fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM tutumları, öğretim yönelimleri, bilgi işlemsel düşünme becerileri, entegre STEM öğretim anlayışları ve hazırladıkları STEM ders planlarının niteliğine etkileri incelenmiştir. Gelecek çalışmalarda bu sürecin öğretmen adaylarının diğer beceri ve davranışlarını nasıl etkilediği araştırılabilir.
- Fen bilgisi öğretmen adaylarının katılımcı olduğu bu çalışma, farklı branşlardaki öğretmen veya öğretmen adaylarıyla tekrarlanabilir. STEM'in bütünsel doğasına uygun olarak farklı disiplinlerden bireylerin oluşturduğu çalışma gruplarıyla araştırma yürütülebilir.
- Öğretmen adaylarının STEM dersi tasarlama, uygulama ve değerlendirme aşamalarında hangi yolları izlediği ayrıca bu konuda gelişimlerini etkileyen unsurların belirlenmesiyle ilgili araştırmalar yürütülebilir. Bu kapsamda daha fazla deneysel çalışmaya ihtiyaç bulunmaktadır.
- Uygulama içinde her ne kadar katılımcılar hazırladıkları STEM ders planlarını uygulama fırsatı bulsalar da çalışmanın kapsamına girmemesi nedeniyle uygulamaya yönelik bir araştırma yapılmamıştır. İlerleyen çalışmalarda fen bilgisi öğretmen adaylarının hazırladıkları STEM planlarının sınıfa yansıtma durumları ile ilgili gözlem çalışmaları yapılabilir.
- Bu çalışma kapsamında fen bilgisi öğretmen adayları geliştirdikleri STEM ders planları kendi sınıf ortamlarında uygulanmıştır. Sonrasında yaşadıkları deneyimlerden yola çıkarak STEM ders planları yeniden düzenlenmiştir. Gelecek çalışmalarda öğretmen adaylarının geliştirdikleri STEM uygulamalarını gerçek sınıf ortamında uygulamaları (örneğin: öğretmenlik uygulaması dersi kapsamında) sağlanabilir. Gerçek yaşam deneyimi planlarındaki eksikliklerin fark edilmesine kolaylık sağlayabilir.

- Katılımcıların entegre STEM ders planlarına matematiği sadece yeterli seviyede dahil etmeleri fen bilgisi öğretmen adaylarının matematik entegrasyonu ile ilgili daha çok bilgi ve beceri geliştirmeleri gereksinimini ortaya sermektedir. Bu kapsamda fen bilgisi öğretmen adaylarına eğitimler düzenlenebilir. Bunun yanı sıra matematik ve fen bilgisi öğretmen adaylarının birlikte olduğu gruplarda iş birliğine dayanan çalışmalar düzenlenebilir.
- Fen bilgisi öğretmen adaylarından oluşan grupların hazırladıkları STEM ders planları araştırma kapsamında betimsel olarak analiz edilmiştir. İlerleyen çalışmalarda adaylar tarafından hazırlanan STEM ders planlarında içerik analizi yapılarak literatürde var olan çerçeve genişletilebilir.
- Fen bilgisi öğretmen adaylarının uygulama süreci sonunda teknoloji ve mühendislik disiplinini birbirinin yerine kullandıkları bulunmuştur. Bu konuda daha ayrıntılı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Gelecek dönemde bu konunun nedenleri ve buna yönelik öğretimler ele alınabilir.
- Araştırma kapsamında STEM ders planı geliştirme ve uygulama sürecinin fen bilgisi öğretmen adaylarının işbirlikçilik ve problem çözme becerilerinde istatistiksel olarak anlamlı farka neden olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonucun nedenleriyle ilgili çalışmalara ağırlık verilebilir.
- Bu uygulama sürecinin fen bilgisi öğretmen adaylarının tutum, beceri ve anlayış geliştirmelerinde etkili olduğu bulunmuştur. Gelecek mesleklerinde adayların STEM öğretimini etkili bir şekilde gerçekleştirmeleri için lisans düzeyinde bu tür eğitimlere ihtiyacın olduğu aşıkardır. Öğretmen yetiştirme programlarına STEM öğretimine yönelik uygulamalı derslerin eklenmesi ve bu konuya yönelik çalışmaların yapılması öneri olarak ifade edilebilir.

7. KAYNAKLAR

- Acar D, Tertemiz N, Taşdemir A, 2018, The Effects of STEM Training on The Academic Achievement of 4th Graders in Science and Mathematics and Their Views on STEM Training, *International Electronic Journal of Elementary Education*, 10(4), 505–513.
- Adams A E, Miller B G, Saul M, Pegg J, 2014, Supporting Elementary Pre-service Teachers to Teach STEM Through Place-based Teaching and Learning Experiences, *The Electronic Journal for Research in Science & Mathematics Education*, 18(5).
- Aho A V, 2012, Computation and Computational Thinking, *The Computer Journal*, 55(7), 832–835.
- Akaygun S, Aslan-Tutak F, 2020, Collaboratively Learning to Teach STEM: A Model for Learning to Integrate STEM Education in Preservice Teacher Education, *Critical Questions in STEM Education*, 51, 147–163.
- Akgündüz D, Aydeniz M, Çakmakçı G, Çavaş B, Çorlu M S, Öner T, vd., 2015, *STEM Eğitimi Türkiye Raporu*, Scala Basım, 35s, İstanbul.
- Al Salami M K, Makela C J, De Miranda M A, 2017, Assessing Changes in Teachers' Attitudes Toward Interdisciplinary STEM Teaching, *International Journal of Technology and Design Education*, 27, 63–88.
- Alan B, Zengin F K, Keçeci G, 2019, Using STEM Applications for Supporting Integrated Teaching Knowledge of Pre-Service Science Teachers, *Journal of Baltic Science Education*, 18(2), 158–170.
- Aldahmash A H, Alamri N M, Aljallal M A, 2019, Saudi Arabian Science and Mathematics Teachers' Attitudes toward Integrating STEM in Teaching Before and After Participating in a Professional Development Program, *Cogent Education*, 6(1), 1580852.
- Alismail H A, McGuire P, 2015, 21st Century Standards and Curriculum: Current Research and Practice, *Journal of Education and Practice*, 6(6), 150–154.

- American Psychological Association [APA], 2001, Publication Manual of the American Psychological Association (5th edition), Author, 439p, Washington.
- Anabousy A, Daher W, 2022, Pre-Service Teachers' Design of STEAM Learning Units: STEAM Capabilities' Analysis, JOTSE, 12(2), 529–546.
- Angeli C, Giannakos M, 2020, Computational Thinking Education: Issues and Challenges, Computers in Human Behavior, 105, Article number 106185.
- Appleton K, Kindt I, 2002, Beginning Elementary Teachers' Development as Teachers of Science, Journal of Science Teacher Education, 13(1), 43–61.
- Arslanhan H, İnaltekin T, 2020, Tasarım Temelli Öğrenme Uygulamalarının Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının STEM Anlayışlarını Geliştirmeye Etkisi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 17(1), 231–265.
- Aumgrı C, Petsangsri S, 2019, Computational Thinking for Preservice Teachers in Thailand, A Confirmatory Factor Analysis, Revista Espacios, 40(29).
- Ayaz E, Sarıkaya R, 2019, The Effect of Engineering Design-Based Science Teaching on the Perceptions of Classroom Teacher Candidates towards STEM Disciplines, International Journal of Progressive Education, 15(3), 13–27.
- Aydeniz M, 2017, Eğitim Sistemimiz ve 21. Yüzyıl Hayalimiz: 2045 Hedeflerine İlerlerken, Türkiye için STEM Odaklı Ekonomik Bir Yol Haritası, University of Tennessee, 140s, Knoxville.
- Aydeniz M, Bilican K, 2018, STEM Eğitiminde Global Gelişmeler ve Türkiye için Çıkarımlar, Çepni S (Ed.), Kuramdan Uygulamaya STEM Eğitimi (69–92), Pegem Akademi, 648s, Ankara.
- Aydın S, Öztay E S, Ekiz B, 2021, Examination of Pre-Service Chemistry Teachers' STEM Conceptions through an Integrated STEM Course, Turkish Journal of Education, 10(4), 251–273.
- Aydın-Günbatır S, 2018, Designing a Process to Prevent Apple's Browning: A STEM Activity, Journal of Inquiry Based Activities, 8(2), 99–110.
- Aydın Gunbatır S, Öztay E S, Ekiz Kiran B, 2022, Supporting Pre-Service Teachers' Integration of Engineering into STEM Lessons Throughout Engineering-Infused

- Training, Research in Science & Technological Education, 1–21.
- Baker C K, Galanti T M, 2017, Integrating STEM in Elementary Classrooms Using Model-Eliciting Activities: Responsive Professional Development for Mathematics Coaches and Teachers, International Journal of STEM Education, 4, Article number 10.
- Baki A, Gökçek T, 2012, Karma Yöntem Araştırmalarına Genel Bir Bakış, Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, 11(42), 1–21.
- Banks F, Barlex D, 2020, Teaching STEM in the Secondary School: Helping Teachers Meet the Challenge, Routledge, 304p, New York.
- Barr D, Harrison J, Conery L, 2011, Computational Thinking: A Digital Age Skill for Everyone, Learning & Leading with Technology, 38(6), 20–23.
- Batı K, Çalışkan İ, Yetişir M İ, 2017, Fen Eğitiminde Bilgi İşlemsel Düşünme ve Bütünleştirilmiş Alanlar Yaklaşımı (STEAM), Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 41, 91–103.
- Beane J A, 1995, Curriculum Integration and the Disciplines of Knowledge, Phi Delta Kappan, 76(8), 616–622.
- Beane J, 1991, The Middle School: The Natural Home of Integrated Curriculum, Educational Leadership, 49(2), 9–13.
- Becker K H, Park K, 2011, Integrative Approaches Among Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Subjects on Students' Learning: A Meta-Analysis, Journal of STEM Education: Innovations and Research, 12(5), 23–37.
- Berger N, Mackenzie E, Holmes K, 2020, Positive Attitudes Towards Mathematics and Science are Mutually Beneficial for Student Achievement: A Latent Profile Analysis of TIMSS 2015, The Australian Educational Researcher, 47, 409–444.
- Berisha F, Vula E, 2021, Developing Pre-service Teachers Conceptualization of STEM and STEM Pedagogical Practices, Frontiers in Education, 6, Article number 585075.
- Blackley S, Howell J, 2015, A STEM Narrative: 15 Years in the Making, Australian Journal of Teacher Education, 40(7), Article number 8.

- Blum L, Cortina T J, 2007, CS4HS: An Outreach Program for High School CS Teachers, ACM SIGCSE Bull., 39(1), 19–23.
- Bøe M V, Henriksen E K, Lyons T, Schreiner C, 2011, Participation in Science and Technology: Young people's Achievement-Related Choices in late-modern Societies, Studies in Science Education, 47(1), 37–72.
- Bozan S, Kaya Capocci S, 2022, Güçlü ve Zayıf Yönlerimi Nasıl Fark Ederim?: Öğretmen Adaylarının Yansıtıcı Günlüklerden Faydalanarak Girişimci STEM Ders Planları Geliştirmesi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 19(3), 760–779.
- Bozkurt Altan E, Ozturk N, Yenilmez Turkoglu A, 2018, Socio-Scientific Issues as a Context for STEM Education: A Case Study Research with Pre-Service Science Teachers, European Journal of Educational Research, 7(4), 805–812.
- Bozkurt Altan E, Ucuncuoglu I, 2019, Examining the Development of Pre-Service Science Teachers' STEM-Focused Lesson Planning Skills, Eurasian Journal of Educational Research, 19(83), 103–124.
- Bozkurt Altan E, Yamak H, Buluş Kırıkkaya E, 2016, Hizmetöncesi Öğretmen Eğitiminde FETEMM Eğitimi Uygulamaları: Tasarım Temelli Fen Eğitimi, Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 6(2), 212–232.
- Breiner J M, Harkness S S, Johnson C C, Koehler C M, 2012, What Is STEM? A Discussion About Conceptions of STEM in Education and Partnerships, School Science and Mathematics, 112(1), 3–11.
- Brennan K, Resnick M, 2012, New Frameworks for Studying and Assessing the Development of Computational Thinking, American Educational Research Association (AERA), 13–17 April 2012, Vancouver.
- Brophy S, Klein S, Portsmore M, Rogers C, 2008, Advancing Engineering Education in P-12 Classrooms, Journal of Engineering Education, 97(3), 369–387.
- Bulut A E, Yılmaz M, 2021, Fen Lisesi Öğrencilerinin Bilgi İşlemsel Düşünme Beceri Düzeylerinin Belirlenmesi, Gazi Eğitim Bilimleri Dergisi, 7(1), 80–91.
- Bulut S, Özkaya A, Şahin G, Tatlısu S, Çoşkun G, Altun M, 2022, STEM Etkinliklerinin

- Lisansüstü Öğrencilerinin Entegre FeTeMM Öğretim Yönelimi, Farkındalık ve Tutumlarına Etkisinin İncelenmesi, Eğitim ve Yeni Yaklaşımlar Dergisi, 5(1), 1–21.
- Burton M, Maiorca C, Tripp L O, 2022, The Relationship between Teacher Candidates' Affective Dispositions and Instructional Planning Actions in STEM, Education Sciences, 12, 82.
- Bybee R W, 2010, What is STEM Education?, Science, 329, 996.
- Bybee R W, 2013, The Case for STEM Education: Challenges and opportunities, NSTA press, 116, Washington DC.
- Bybee R W, 2019, Using the BSCS 5E Instructional Model to Introduce STEM Disciplines, Science and Children, 56(6), 8–12.
- Canbazoglu Bilici S, Guzey S S, Yamak H, 2016, Assessing Pre-service Science Teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) Through Observations and Lesson Plans, Research in Science & Technological Education, 34(2), 237–251.
- Capobianco B M, Rupp M, 2014, STEM Teachers' Planned and Enacted Attempts at Implementing Engineering Design-Based Instruction, School Science and Mathematics, 114(6), 258–270.
- Cohen J, 1988, Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences (2nd edition), Lawrence Erlbaum Associate, 567p, Hillsdale.
- Corlu M S, 2014, FeTeMM Eğitimi Makale Çağrı Mektubu, Turkish Journal of Education, 3(1), 4–10.
- Corlu M S, Capraro R M, Capraro M M, 2014, Introducing STEM Education: Implications for Educating Our Teachers for the Age of Innovation, Education and Science, 39(171), 74–85.
- Correia M, Baptista M, 2022, Supporting the Development of Pre-Service Primary Teachers PCK and CK through a STEM Program, Education Sciences, 12, 258.
- Coşkun V, Özkaya A, 2020, Öğretmen Eğitiminde Mühendislik Odaklı Disiplinlerarası İş Birliğine Dayalı STEM Uygulaması ve Ders İzlenesi, İhlara Eğitim

- Araştırmaları Dergisi, 5(2), 327–361.
- Creswell J W, 2007, *Qualitative Inquiry and Research Design Choosing Among Five Approaches* (Second edition), SAGE Publications, 395p, Thousand Oaks.
- Creswell J W, Plano Clark V L, 2011, *Designing And Conducting Mixed Methods Research*, Sage Publications, 457p, USA.
- Crotty E A, Guzey S S, Roehrig G H, Glancy A W, Ring-Whalen E A, Moore, T J, 2017, Approaches to Integrating Engineering in STEM Units and Student Achievement Gains, *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 7(2), Article number 1.
- Czerniak C M, Weber W B, Sandmann A, Ahern J, 1999, A Literature Review of Science and Mathematics Integration, *School Science and Mathematics*, 99(8), 421–430.
- Çakır Z, Altun Yalçın S, Yalçın P, 2019, Montessori Yaklaşımı Temelli STEM Etkinliklerinin Okul Öncesi Öğretmen Adaylarının Yaratıcılık Becerilerine Etkisi, *Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Dergisi*, 4(2), 392–409.
- Çalış S, Ergül N R, 2021, Investigation of Teacher Candidates' Skills in Creating Knowledge-Based Life Problems Based on STEM Lesson Plan and Suggesting Solution, *European Journal of Physics Education*, 12(4), 1–26.
- Çevik M, Ata R, 2019, Turkish Validation of STEAM Scale and Examination of Relations Between Art Attitudes, STEM Awareness and STEAM Attitudes among Pre-Service Teachers, *ie: inquiry in education*, 11(2), Makale numarası 3.
- Çiftçi A, Topçu M S, Foulk J A, 2022, Pre-service Early Childhood Teachers' views on STEM Education and Their STEM Teaching Practices, *Research in Science & Technological Education*, 40(2), 207–233.
- Çolakoğlu M, Günay Gökben A, 2017, Türkiye’de Eğitim Fakültelerinde FeTeMM (STEM) Çalışmaları, *İnformel Ortamlarda Araştırmalar Dergisi*, 2(2), 46–69.
- Çorlu M S, 2017, STEM: Bütünleşik Öğretmenlik Çerçevesi, Çorlu M S, Çallı E (Ed.), *STEM Kuram ve Uygulamalarıyla Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik Eğitimi* (1–10), Pusula, 248, İstanbul.
- Dare E A, Keratithamkul K, Hiwatig B M, Li F, 2021, Beyond Content: The Role of

STEM Disciplines, Real-World Problems, 21st Century Skills, and STEM Careers within Science Teachers' Conceptions of Integrated STEM Education, *Education Sciences*, 11, 737.

Daugherty M K, Carter V, Swagerty L, 2014, Elementary STEM Education: The Future for Technology and Engineering Education?, *Journal of STEM Teacher Education*, 49(1), 45–55.

Davies P, 2000, Contributions from Qualitative Research, Davies H T O, Nutley S M, Smith P C (Ed.), *What Works? Evidence-Based Policy and Practice in Public Services* (291- 316), Policy Press, 379p, Bristol.

Deniş Çeliker H, 2020, The Effects of Scenario-Based STEM Project Design Process with Pre-Service Science Teachers: 21st Century Skills and Competencies, Integrative STEM Teaching Intentions and STEM Attitudes, *Journal of Educational Issues*, 6(2), 451–477.

Druva C A, Anderson R D, 1983, Science Teacher Characteristics by Teacher Behavior and by Student Outcome: A Meta-Analysis of Research, *Journal of Research in Science Teaching*, 20(5), 467–479.

Dym C L, Agogino A M, Eris O, Frey D D, Leifer L J, 2005, Engineering Design Thinking, Teaching, and Learning, *Journal of Engineering Education*, 94(1), 103–120.

Eckman E W, Williams M A, Silver-Thorn M B, 2016, An Integrated Model for STEM Teacher Preparation: The Value of a Teaching Cooperative Educational Experience, *Journal of STEM Teacher Education*, 51(1), 71–82.

Epstein D, 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, 21p, Washington DC.

Ergün A, Kıyıcı G, 2019, The Effect of Design Based Science Education Applications of Science Teacher Candidates on Their Perceptions of Engineering Education and Engineer, *Pegem Journal of Education and Instruction*, 9(4), 1031–1062.

Ertuğrul Akyol B, 2020, STEM Etkinliklerinin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bilgi İşlemsel, Eleştirel, Yaratıcı Düşünme ve Problem Çözme Becerilerine Etkisi,

- Erciyes Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 287s, Kayseri.
- Estapa A T, Tank K M, 2017, Supporting Integrated STEM in the Elementary Classroom: a Professional Development Approach Centered on an Engineering Design Challenge, *International Journal of STEM Education*, 4, Article number 6.
- Falloon G, Hatzigianni M, Bower M, Forbes A, Stevenson M, 2020, Understanding K-12 STEM Education: a Framework for Developing STEM Literacy, *Journal of Science Education and Technology*, 29, 369–385.
- Field A, 2009, *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics (Third Edition)*, Sage, 821p, Thousand Oaks.
- Frykholm J, Glasson G, 2005, Connecting Science and Mathematics Instruction: Pedagogical Context Knowledge for Teachers, *School Science and Mathematics*, 105(3), 127–141.
- Garibay J C, 2015, STEM Students' Social Agency and Views on Working for Social Change: Are STEM Disciplines Developing Socially and Civically Responsible Students?, *Journal of Research in Science Teaching*, 52(5), 610–632.
- George D, Mallery M, 2010, *SPSS for Windows Step by Step: A Simple Guide and Reference 17.0 Update (10th Edition)*, Pearson, 386p, Boston.
- Gonzalez H B, Kuenzi J J, 2012, *Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: A Primer*, Congressional Research Service, 34p, Washington DC.
- Gömlüksiz M N, 2003, İngilizce Duyuşsal Alana İlişkin Bir Tutum Ölçeğinin Geçerlik ve Güvenirliği, *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 13(1), 215–226.
- Greene J C, 2005, The Generative Potential of Mixed Methods Inquiry, *International Journal of Research & Method in Education*, 28(2), 207–211.
- Guskey T R, 2002, Does It Make a Difference? Evaluating Professional Development, *Educational Leadership*, 59(6), 45–51.
- Guzey S S, Moore T J, Harwell M, 2016a, Building up STEM: An Analysis of Teacher-Developed Engineering Design-Based STEM Integration Curricular Materials. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 6(1), Makale

numarası 2.

- Guzey S S, Moore T J, Morse G, 2016b, Student Interest in Engineering Design-Based Science, *School Science and Mathematics*, 116(8), 411–419.
- Guzey S S, Ring-Whalen E A, Harwell M, Peralta Y, 2019, Life STEM: A Case Study of Life Science Learning Through Engineering Design, *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17, 23–42.
- Gül K, 2019, Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarına Yönelik Bir STEM Eğitimi Dersinin Tasarlanması, Uygulanması ve Değerlendirilmesi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 276s, Ankara.
- Gülbahar Y, Kert S B, Kalelioğlu F, 2019, Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisine Yönelik Öz Yeterlik Algısı Ölçeği: Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması, *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 10(1), 1–29.
- Günbatar M S, Bakırcı H, 2019, STEM Teaching Intention and Computational Thinking Skills of Pre-Service Teachers, *Education and Information Technologies*, 24, 1615–1629.
- Günüç S, Odabaşı H, Kuzu A, 2013, 21. Yüzyıl Öğrenci Özelliklerinin Öğretmen Adayları Tarafından Tanımlanması: Bir Twitter Uygulaması, *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 9(4), 436–455.
- Hacıömeroğlu G, 2018, Examining Elementary Pre-Service Teachers' Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Teaching Intention, *International Online Journal of Educational Sciences*, 10(1), 183–194.
- Hacıömeroğlu G, Bulut, A S, 2016, Entegre FETEMM* Öğretimi Yönelim Ölçeği Türkçe Formunun Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması/Integrative Stem Teaching Intention Questionnaire: A Validity and Reliability Study of The Turkish Form, *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 12(3), 654–669.
- Han S, Yalvac B, Capraro M M, Capraro R M, 2015, In-service Teachers' Implementation and Understanding of STEM Project Based Learning, *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 11(1), 63–76.
- Hassan M N, Abdullah A H, Ismail N, Suhud, S N A, Hamzah M H, 2019, Mathematics

- Curriculum Framework for Early Childhood Education Based on Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM), International Electronic Journal of Mathematics Education, 14(1), 15–31.
- Hava K, Koyunlu Ünlü Z, 2021, Investigation of the Relationship Between Middle School Students' Computational Thinking Skills and Their STEM Career Interest and Attitudes Toward Inquiry, Journal of Science Education and Technology, 30, 484–495.
- Hemmendinger D, 2010, A Plea for Modesty, ACM Inroads, 1(2), 4–7.
- Herdem K, Ünal İ, 2018, STEM Eğitimi Üzerine Yapılan Çalışmaların Analizi: Bir Meta-Sentez Çalışması, Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi, 48(48), 145–163.
- Hiğde E, 2022, The Effects of STEM-Based Alternative Energy Activities on STEM Teaching Intention and Attitude, E-International Journal of Educational Research, 13(2), 126–141.
- Hiğde E, Aktamış H, Arabacıoğlu T, Şen H C, Özen Ünal D, vd., 2020, Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Stem Alanlarına Yönelik Tutumlarının ve Stem Öğretimi Yönelimlerinin Farklı Değişkenler Açısından İncelenmesi, Uşak Üniversitesi Eğitim Araştırmaları Dergisi, 6(1), 34–56.
- Holmlund T D, Lesseig K, Slavitt D, 2018, Making Sense of “STEM Education” in K12 Contexts, International Journal of STEM Education, 5, Article number 32.
- Hong H Y, 2014, Developing Student-Centered Teaching Beliefs Through Knowledge Building Among Prospective Teachers, Tan S C, So H J, Yeo J (Ed.), Knowledge Creation in Education (189–204), Springer, 305p, Singapore.
- Huang W, Looi C-K, Yeter I H, 2022, Comparison of STEM, non-STEM, and Mixed-Disciplines Pre-service Teachers' Early Conceptions about Computational Thinking, In CTE-STEM 2022 Conference, 15–17 June 2022, Delft, 38–43.
- Huang X, Qiao C, 2022, Enhancing Computational Thinking Skills Through Artificial Intelligence Education at a STEAM High School, Science & Education.
- Huziak-Clark T, Sondergeld T, van Staaden M, Knaggs C, Bullerjahn A, 2015, Assessing

- the Impact of a Research-Based STEM Program on STEM Majors' Attitudes and Beliefs, *School Science and Mathematics*, 115(5), 226–236.
- International Society for Technology in Education (ISTE), 2019, ISTE Standards, 13p.
- International Test Commission (ITC), 2018, Guidelines for Translating and Adapting Tests, *International Journal of Testing (Second Edition)*, 18(2), 101–134.
- Jho H, Hong O, Song J, 2016, An Analysis of STEM/STEAM Teacher Education in Korea with a Case Study of Two Schools From a Community of Practice Perspective, *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(7), 1843–1862.
- Johnson C C, 2013, Conceptualizing Integrated STEM Education, *School Science and Mathematics*, 113(8), 367–368.
- Johnson C C, Czerniak C M, 2023, Interdisciplinary Approaches and Integrated STEM in Science Teaching, Lederman N G, Zeidler D L, Lederman J S (Ed.), *Handbook of Research on Science Education Volume III (559–585)*, Taylor & Francis, 1232p, New York.
- Johnson R B, Onwuegbuzie A J, 2004, Mixed Methods Research: A Research Paradigm Whose Time Has Come, *Educational Researcher*, 33(7), 14–26.
- Johnson R B, Onwuegbuzie A. J, Turner L A, 2007, Toward a Definition of Mixed Methods Research. *Journal of Mixed Methods Research*, 1(2), 112–133.
- Juškevičienė A, Stupurienė G, Jevsikova T, 2021, Computational Thinking Development Through Physical Computing Activities in STEAM Education, *Computer Applications in Engineering Education*, 29(1), 175–190.
- Kartal B, Tasdemir A, 2021, Pre-Service Teachers' Attitudes towards STEM: Differences Based on Multiple Variables and the Relationship with Academic Achievement. *International Journal of Technology in Education*, 4(2), 200–228.
- Kendaloğlu E, 2021, STEM Etkinliği Geliştirme Sürecinin Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Girişimcilik ve STEM Öz-Yeterlilikleri Üzerine Etkilerinin İncelenmesi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 176s, Bursa.

- Kennedy T J, Odell M R, 2014, Engaging Students in STEM Education, *Science Education International*, 25(3), 246–258.
- Ketelhut D J, Mills K, Hestness E, Cabrera L, Plane J, McGinnis J R, 2020, Teacher Change Following a Professional Development Experience in Integrating Computational Thinking into Elementary Science, *Journal of Science Education and Technology*, 29, 174–188.
- Kızılot M, 2019, Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Entegre FeTeMM Öğretimi Yönelimlerinin ve FeTeMM Farkındalıklarının Belirlenmesi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans Tezi, 65p, Çanakkale.
- Kim C, Kim D, Yuan J, Hill R B, Doshi P, Thai C N, 2015, Robotics to Promote Elementary Education Pre-service Teachers' STEM Engagement, *Learning, and Teaching Computers & Education*, 91, 14–31.
- Kim D, Bolger M, 2017, Analysis of Korean Elementary Pre-Service Teachers' Changing Attitudes About Integrated STEAM Pedagogy Through Developing Lesson Plans, *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15, 587–605
- King K P, Wiseman D L, 2001, Comparing Science Efficacy Beliefs of Elementary Education Majors in Integrated and Non-Integrated Teacher Education Coursework, *Journal of Science Teacher Education*, 12(2), 143–153.
- Knipprath H, Thibaut L, Buyse M P, Ceuppens S, De Loof H, De Meester J, vd., 2018, STEM Education in Flanders: How STEM@ School Aims to Foster STEM Literacy and a Positive Attitude Towards STEM, *IEEE Instrumentation & Measurement Magazine*, 21(3), 36–40.
- Koçak B, Aslan A, Capellaro E, 2019, Fen Bilimleri, Matematik ve Sınıf Öğretmen Adaylarının FeTeMM Öğretimine İlişkin Yönelimleri, *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 7(2), 168–188.
- Kolodner J L, Camp P J, Crismond D, Fasse B, Gray J, Holbrook J, vd., 2003, Problem-Based Learning Meets Casebased Reasoning in the Middle Schools Science Classroom: Putting Learning by design(tm) Into Practice, *Journal of the Learning Sciences*, 12(4), 495–547.

- Korkmaz Ö, Çakır R, Özden M Y, 2017, A Validity and Reliability Study of the Computational Thinking Scales (CTS), *Computers in Human Behavior*, 72, 558–569.
- Korkmaz Ö, Kılıç F N, Çakır R, Uğur Erdoğan F, 2019, Meslek Lisesi Bilişim Teknolojileri Öğrencilerinin Programlama Öz-Yeterlilikleri, STEM ve Bilgisayarca Düşünme Becerilerine Yönelik Algıları, *Gazi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 5, 196–218.
- Krefting L, 1991, Rigor in Qualitative Research: The Assessment of Trustworthiness, *American Journal of Occupational Therapy*, 45(3), 214-222.
- Kruatong S, Kruea-In N, Nugultham K, Wannagatesiri T, 2022, Science Student Teachers' Ability in Preparing 5E Inquiry-Based STEM Lessons. *Kasetsart Journal of Social Sciences*, 43, 707–714.
- Krueger R A, Casey M A, 2014, *Focus Groups: A Practical Guide for Applied Research*, Sage Publications, 280p, Thousand Oaks.
- Kurt M, Benzer S, 2022, Examining the STEM Course Plan Preparation Skills and Opinions of Preservice Science Teachers on STEM Applications, *SBedergi*, 6(10), 84–107.
- Lachapelle C P, Cunningham C M, 2014, Engineering in Elementary Schools, Purzer Ş, Strobel J, Cardella M E (Ed.), *Engineering in Pre-College Settings: Synthesizing Research, Policy, and Practices* (61–88), Purdue University Press, 470p, Indiana.
- Lederman N G, Lederman J S, 2013, Is it STEM or “S & M” that We Truly Love?, *Journal of Science Teacher Education*, 24(8), 1237–1240.
- Lederman N G, Niess M L, 1997, Integrated, Interdisciplinary, or Thematic Instruction? Is This a Question or is it Questionable Semantics?, *School Science and Mathematics*, 97(2), 57–58.
- Lertdechapat K, Faikhamta C, 2021, Enhancing Pedagogical Content Knowledge for STEM Teaching of Teacher Candidates Through Lesson Study, *International Journal for Lesson & Learning Studies*, 10(4), 331–347.
- Lesseig K, Nelson T H, Slavitt D, Seidel R A, 2016, Supporting Middle School Teachers'

- Implementation of STEM Design Challenges, *School Science and Mathematics*, 116(4), 177–188.
- Li Y, 2014, International Journal of STEM Education-a Platform to Promote STEM Education and Research Worldwide, *International Journal of STEM Education*, 1, Article number 1.
- Li Y, Schoenfeld A H, diSessa A A, Graesser A C, Benson L C, English L D, vd., 2020, On Computational Thinking and STEM Education, *Journal for STEM Education Research*, 3, 147–166.
- Lin K Y, Williams P J, 2016, Taiwanese Preservice Teachers' Science, Technology, Engineering, and Mathematics Teaching Intention, *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14, 1021–1036.
- Lincoln Y S, Guba E G, 1985, *Naturalistic Inquiry*, Sage Publications, 416p, USA.
- Luehmann A L, 2007, Identity Development as a Lens to Science Teacher Preparation, *Science Education*, 91(5), 822–839.
- Maiorca C, Mohr-Schroeder M J, 2020, Elementary Preservice Teachers' Integration of Engineering into STEM Lesson Plans, *School Science and Mathematics*, 120, 402–412.
- Maltese A V, Tai R H, 2011, Pipeline Persistence: Examining the Association of Educational Experiences with Earned Degrees in STEM Among U.S. Students, *Science Education*, 95(5), 877–907.
- Manly C A, Wells R S, Kommers S, 2018, The Influence of STEM Definitions for Research on Women's College Attainment, *International Journal of STEM Education*, 5, Article number 45.
- Margot K C, Kettler T, 2019, Teachers' Perception of STEM Integration and Education: a Systematic Literature Review, *International Journal of STEM Education*, 6 Makale numarası 2.
- Mathis C A, Siverling E A, Glancy A W, Moore T J, 2017, Teachers' Incorporation of Argumentation to Support Engineering Learning in STEM Integration Curricula, *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 7(1), Article

number 6.

Merriam S B, 2009, *Qualitative Research A Guide to Design and Implementation*, Wiley, 304p, USA.

Mesutoglu C, Baran E, 2020, Examining the Development of Middle School Science Teachers' Understanding of Engineering Design Process, *International Journal of Science and Mathematics Education*, 18, 1509–1529.

Miles M B, Huberman A M, 1994, *Qualitative Data Analysis: An Expanded Sourcebook* (2. Baskı), Sage Publications, 338p, USA.

Millî Eğitim Bakanlığı (MEB), 2016, *STEM Eğitimi Raporu*, MEB Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü, 81s, Ankara.

Millî Eğitim Bakanlığı (MEB), 2018, *Küresel Bağlamda STEM Yaklaşımları*, MEB Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü, 69s, Ankara.

Moore T J, Johnson C C, Peters Burton E E, Guzey S S, 2015, *The Need for a STEM Road Map*, Johnson C C, Peters Burton E E, Moore T J (Ed.), *STEM Road Map: A Framework for Integrated STEM Education (3–12)*, Routledge, 374p, New York.

Moore T J, Stohlmann M S, Wang H-H, Tank K M, Glancy A W, vd., 2014, *Implementation and Integration of Engineering in K–12 STEM Education*, Purzer Ş, Strobel J, Cardella M E (Ed.), *Engineering in Pre-College Settings: Synthesizing Research, Policy, and Practices (35–60)*, Purdue University Press, 457p, West Lafayette.

Mumcu F, Atman Uslu N A, Yıldız B, 2023, *Teacher Development in Integrated STEM Education: Design of Lesson Plans Through the Lens of Computational Thinking*, *Education and Information Technologies*, 28, 3443–3474.

Murat A, 2018, *Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının 21.Yüzyıl Becerileri Yeterlik Algıları ile STEM'e Yönelik Tutumlarının İncelenmesi*, Fırat Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 89s, Elâzığ.

Nadelson L S, Callahan J, Pyke P, Hay A, Dance M, Pfiester J, 2013, *Teacher STEM Perception and Preparation: Inquiry-Based STEM Professional Development for*

- Elementary Teachers, *The Journal of Educational Research*, 106(2), 157–168.
- Nadelson L S, 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 (NAE), National Research Council (NRC), 2014, STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research, The National Academies Press, 180p, Washington DC.
- National Research Council (NRC), 2011, A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas, National Academies Press, 400p, Washington DC.
- National Research Council, 2012, A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas, The National Academies Press, 385p, Washington.
- NGSS Lead States, 2013, Next Generation Science Standards: For States, By States, National Academies Press, 532p, Washington DC.
- O'Brien S, Karsnitz J, Van Der Sandt S, Bottomley L, Parry E, 2014, Engineering in Pre-Service Teacher Education, Purzer Ş, Strobel J, Cardella M (Ed.), *Engineering in Pre-College Settings: Synthesizing Research, Policy, and Practices* (277–300), Purdue University Press, 470p, Indiana.
- Oluk A, Korkmaz Ö, Oluk H A, 2018, Scratch'ın 5.Sınıf Öğrencilerinin Algoritma Geliştirme ve Bilgi-İşlemsel Düşünme Becerilerine Etkisi, *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 9(1), 54–71.
- Ortiz-Revilla J, Adúriz-Bravo A, Greca I M, 2020, A Framework for Epistemological Discussion on Integrated STEM Education, *Science & Education*, 29, 857–880.
- Ozcakir Sumen O, Calisici H, 2016, The Associating Abilities of Pre-Service Teachers Science Education Program Acquisitions with Engineering According to STEM Education, *Journal of Education and Practice*, 7(33), 117–123.
- Özkızılcık M, Cebesoy Ü B, 2020, Tasarım Temelli FeTeMM Etkinliklerinin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Problem Çözme Becerilerine ve FeTeMM Öğretimi Yönelimlerine Etkisinin İncelenmesi, *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi*

- Dergisi, 33(1), 177–204.
- Papert S, 1996, An Exploration in the Space of Mathematics Educations. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 1(1), 95–123.
- Patton M Q, 2002, *Qualitative Research and Evaluation Methods* (3. Baskı), Sage Publications, 598p, USA.
- Radloff J, Guzey S, 2017, Investigating Changes in Preservice Teachers' Conceptions of STEM Education Following Video Analysis and Reflection, *School Science and Mathematics*, 117(3–4), 158–167.
- Rasul M S, Zahriman N, Halim L, Rauf R A, 2018, Impact of Integrated STEM Smart Communities Program on Students Scientific Creativity, *Journal of Engineering Science and Technology*, 13, 80–89.
- Ring E A, Dare E A, Crotty E A, Roehrig G H, 2017, The Evolution of Teacher Conceptions of STEM Education Throughout an Intensive Professional Development Experience, *Journal of Science Teacher Education*, 28(5), 444–467.
- Ring-Whalen E, Dare E, Roehrig G, Titu P, Crotty E, 2018, From Conception to Curricula: The Role of Science, Technology, Engineering, and Mathematics in Integrated STEM Units, *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 6(4), 343–362.
- Roehrig G H, Moore T J, Wang H H, Park M S, 2012, Is Adding the E Enough? Investigating the Impact of K-12 Engineering Standards on the Implementation of STEM Integration, *School Science and Mathematics*, 112(1), 31–44.
- Rothwell J, 2013, *The Hidden STEM Economy*, Metropolitan Policy Program at Brookings, 37p, Washington DC.
- Ryu M, Mentzer N, Knobloch N, 2019, Preservice Teachers' Experiences of STEM Integration: Challenges and Implications for Integrated STEM Teacher Preparation, *International Journal of Technology and Design Education*, 29(3), 493–512.
- Sadler T D, 2004, Informal Reasoning Regarding Socioscientific Issues: A Critical Review of Research, *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 513–536.

- Sanders M, 2009, STEM, STEM Education, STEMmania, The Technology Teacher, 68(4), 20-26.
- Sands P, Yadav A, Good J, 2018, Computational Thinking in K-12: In-Service Teacher Perceptions of Computational Thinking, Khine S K (Ed.), Computational Thinking in the STEM Disciplines: Foundations and Research Highlights (151–164), Springer, 325p, Cham.
- Saraç E, Doğru M, 2021, Sınıf Öğretmeni Adaylarının STEM Eğitimi Tasarlama ve Uygulama Deneyimlerinin İncelenmesi, Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi, 9(1), 1–37.
- Shahali E H M, Halim L, Rasul M S, Osman K, Zulkifeli M A, 2016, STEM Learning through Engineering Design: Impact on Middle Secondary Students’ Interest towards STEM, EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 13(5), 1189–1211.
- Shahali E H M, Halim L, Rasul S, Osman K, Ikhsan Z, Rahim F, 2015 Bitara-STEM™ Training of Trainers’ Programme: Impact on Trainers’ Knowledge, Beliefs, Attitudes and Efficacy Towards Integrated Stem Teaching, Journal of Baltic Science Education, 14(1), 85–95.
- Shang X, Jiang Z, Chiang F K, Zhang Y, Zhu D, 2023, Effects of Robotics STEM Camps on Rural Elementary Students’ Self-Efficacy and Computational Thinking, Educational Technology Research and Development, 1–26.
- Shernoff D J, Sinha S, Bressler D M, Ginsburg L, 2017, Assessing Teacher Education and Professional Development Needs for the Implementation of Integrated Approaches to STEM Education, International Journal of STEM Education, 4, Article number 13.
- Sırakaya M, Alsancak Sırakaya D, Korkmaz Ö, 2020, The Impact of STEM Attitude and Thinking Style on Computational Thinking Determined via Structural Equation Modeling, Journal of Science Education and Technology, 29, 561–572.
- So H J, Ryoo D, Park H, Choi H, 2019, What Constitutes Korean Pre-service Teachers’ Competency in STEAM Education: Examining the Multi-functional Structure, The Asia-Pacific Education Researcher, 28, 47–61.

- Spikic S, Van Passel W, Deprez H, De Meester J, 2022, Measuring and Activating iSTEM Key Principles among Student Teachers in STEM, *Education Sciences*, 13, Makale numarası 12.
- Srikoom W, Faikhamta C, Hanuscin D, 2018, Dimensions of Effective STEM Integrated Teaching Practice, *K-12 STEM Education*, 4(2), 313–330.
- Stains M, Vickrey T, 2017, Fidelity of Implementation: An Overlooked yet Critical Construct to Establish Effectiveness of Evidence-Based Instructional Practices, *Life Science Education*, 16(1), 1–11.
- Stohlmann M, Moore T J, Roehrig G H, 2012, Considerations for Teaching Integrated STEM Education, *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 2(1), Article number 4.
- Stonier F, Adarkwah M A, 2023, Impact of STEM Professional Development Sessions on Chinese Pre-service Early Childhood Teachers, *International Journal of STEM Education for Sustainability*, 3(1), 68–93.
- Streubert H J, Carpenter D R, 2011, *Qualitative Research In Nursing: Advancing The Humanistic Imperative* (5th edition), Lippincott Williams & Wilkins, 470p, Philadelphia.
- Sun L, Hu L, Yang W, Zhou D, Wang X, 2021, STEM Learning Attitude Predicts Computational Thinking Skills Among Primary School Students, *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(2), 346–358.
- Supovitz J A, Turner H M, 2000, The Effects of Professional Development on Science Teaching Practices and Classroom Culture, *Journal of Research in Science Teaching*, 37(9), 963–980.
- Swaid S I, 2015, Bringing Computational Thinking to STEM Education, *Procedia Manufacturing*, 3, 3657-3662.
- Şahin A, Ayar M C, Adıgüzel T, 2014, Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik İçerikli 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, Bartın Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 118s, Bartın.
- Şen C, Timur B, 2018, Öğretmen Adaylarının Entegre FeTeMM Öğretimine Yönelimleri ve Teknolojiye Yönelik Tutumları, İstanbul Aydın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 4(2) 123–142.
- Tan W L, Samsudin M A, Ismail M E, Ahmad N J, Abdul Talib C, 2021, Exploring the Effectiveness of STEAM Integrated Approach via Scratch on Computational Thinking, EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 17(12), Article em2049.
- Tankiz E, Atman Uslu N, 2022, Preparing Pre-service Teachers for Computational Thinking Skills and Its Teaching: A Convergent Mixed-Method Study, Technology Knowledge and Learning, 1–23.
- Thibaut L, Ceuppens S De Loof H De Meester J, Goovaerts L, Struyf A, vd., 2018a, Integrated STEM Education: A Systematic Review of Instructional Practices in Secondary Education, European Journal of STEM Education, 3(1), Makale numarası 2.
- Thibaut L, Knipprath H, Dehaene W, Depaepe F, 2018b, How School Context and Personal Factors Relate to Teachers' Attitudes toward Teaching Integrated STEM, International Journal of Technology and Design Education, 28, 631–651.
- Thibaut L, Knipprath H, Dehaene W, Depaepe F, 2018c, The Influence of Teachers' Attitudes and School Context on Instructional Practices in Integrated STEM Education, Teaching and Teacher Education, 71, 190–205.
- Timur B, Belek F, 2020, FeTeMM Etkinliklerinin Öğretmen Adaylarının Öz-Yeterlik İnançlarına ve FeTeMM Eğitimi Yönelimlerine Etkisinin İncelenmesi, Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 50, 315–332.
- Tripp T R, Rich P J, 2012, The Influence of Video Analysis on the Process of Teacher Change, Teaching and Teacher Education, 28(5), 728–739.
- Tseng K H, Chang C C, Lou S J, Chen W P, 2013, Attitudes towards Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) in a Project-Based Learning (PjBL) Environment, International Journal of Technology and Design Education,

23, 87–102.

- Türk N, Kalaycı N, Yamak H, 2018, New Trends in Higher Education in the Globalizing World: STEM in Teacher Education, *Universal Journal of Educational Research*, 6(6), 1286–1304.
- Unfried A, Faber M, Stanhope D S, Wiebe E, 2015, The Development and Validation of a Measure of Student Attitudes Toward Science, Technology, Engineering, and Math (S-STEM), *Journal of Psychoeducational Assessment*, 33(7), 622–639.
- Uyanık S, 2021, Ortaokul Öğrencilerine Sosyobilimsel Konu Temelli Çevrimiçi STEM Eğitime Yönelik Örnek Bir Tasarım Geliştirilmesi ve Değerlendirilmesi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 278s, İstanbul.
- van de Pol J, Volman, M, Beishuizen J, 2012, Promoting Teacher Scaffolding in Small-Group Work: A Contingency Perspective, *Teaching and Teacher Education*, 28(2), 193–205.
- Vescio V, Ross D, Adams A, 2008, A Review of Research on the Impact of Professional Learning Communities on Teaching Practice and Student Learning, *Teaching and Teacher Education*, 24(1), 80–91.
- Voon X P, Wong S L, Wong L H, Khambari M N M, Syed-Abdullah S I S, 2023, Developing Pre-service Teachers' Computational Thinking through Experiential Learning: Hybridisation of Plugged and Unplugged Approaches, *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 18(6).
- Wahono B, Chang C Y, 2019, Development and Validation of a Survey Instrument (AKA) Towards Attitude, Knowledge and Application of STEM, *Journal of Baltic Science Education*, 18(1), 63–76.
- Wahono B, Chang C Y, Khuyen N T T, 2021, Teaching Socio-Scientific Issues Through Integrated STEM Education: an Effective Practical Averment from Indonesian Science Lessons, *International Journal of Science Education*, 43(16), 2663–2683.
- Walker W, Moore T, Guzey S, Sorge B, 2018, Frameworks to Develop Integrated STEM Curricula, *K-12 STEM Education*, 4(2), 331–339.

- Wang H H, Moore T J, Roehrig G H, Park M S, 2011, STEM Integration: Teacher Perceptions and Practice, *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 1(2), Article number 2.
- Wayne A J, Youngs P, 2003, Teacher Characteristics and Student Achievement Gains: A Review, *Review of Educational Research*, 73(1), 89–122.
- Weintrop D, Beheshti E, Horn M, Orton K, Jona K, Trouille L, vd., 2016, Defining Computational Thinking for Mathematics and Science Classrooms, *Journal of Science Education and Technology*, 25, 127–147.
- Wieselmann J R, Sager M T, Price B C, 2022, STEM Project-Based Instruction: An Analysis of Teacher-Developed Integrated STEM PBI Curriculum Units, *Education Sciences*, 12(9), 626.
- Wilkins J L, Ma X, 2003, Modeling Change in Student Attitude Toward and Beliefs About Mathematics, *The Journal of Educational Research*, 97(1), 52–63.
- Wing J M, 2006, Computational Thinking, *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35.
- Wing J M, 2008, Computational Thinking and Thinking About Computing, *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 366, 3717–3725.
- Wu B, Hu Y, Wang M, 2019, Scaffolding Design Thinking in Online STEM Preservice Teacher Training, *British Journal of Educational Technology*, 50(5), 2271–2287.
- Wu B, Peng X, Hu Y, 2021, How to Foster Pre-Service Teachers' STEM Learning Design Expertise Through Virtual Internship: A Design-Based Research, *Educational Technology Research and Development*, 69, 3307–3329.
- Yadav A, Mayfield C, Zhou N, Hambrusch S, Korb J T, 2014, Computational Thinking in Elementary and Secondary Teacher Education, *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, 14(1), 1–16.
- Yamak H, Bulut N, 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.
- Yenilmez K, Balbağ M Z, 2016, The STEM Attitudes of Prospective Science and Middle School Mathematics Teachers, *Journal of Research in Education and Teaching*,

5(4), 301–307.

Yıldırım A, Şimşek H, 2016, Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri (10. baskı), Seçkin Yayıncılık, 427s, Ankara.

Yıldırım B, 2020, Öğretmen Yetiştirme Üzerine Bir Model Önerisi: STEM Öğretmen Enstitüleri Eğitim Modeli, Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 50, 70–98.

Yıldırım B, Altun Y, 2015, STEM Eğitim ve Mühendislik Uygulamalarının Fen Bilgisi Laboratuvar Dersindeki Etkilerinin İncelenmesi, El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi, 2(2), 28–40.

Yildiz E P, Alkan A, Cengel M, 2019, Teacher Candidates Attitudes Towards the STEM and Sub-Dimensions of STEM, Cypriot Journal of Educational Sciences, 14(2), 322–344.

Yip W Y V, 2020, Developing Undergraduate Student Teachers' Competence in Integrative STEM Teaching. In Frontiers in Education, 5, Article number 44.

Zeidler D L, Sadler T D, Applebaum S, Callahan B E, 2009, Advancing Relective Judgment through Socioscientiic Issues, Journal of Research in Science Teaching, 46(1), 74–101.

Zhou D, Gomez R, Wright N, Rittenbruch M, Davis J, 2022, A Design-led Conceptual Framework for Developing School Integrated STEM Programs: the Australian Context, International Journal of Technology and Design Education, 32, 383–411.





EKLER

EK 1. Ölçek İzinleri

Entegre FeTeMM Öğretimi Yönelim Ölçeği izni Gelen Kutusu x

↕ 🖨️ 📄



Sümeyra Yılmaz

20:34 (2 saat önce)



Sayın hocam Yüksek lisans tez çalışmamda Entegre FeTeMM Öğretimi Yönelim Ölçeği'nizi kullanmak için izninizi istiyorum. SaygılarımlaArş. Gör. Sümeyra YILMAZ



Güney HACİÖMEROĞLU

Alıcı: ben

21:38 (1 saat önce)



Sümeyra merhaba,

Ölçeği Word formunda aşağıda belirttiğim web sayfamdan indirip kullanabilirsin. Çalışmada başarılar dilerim.

Prof.Dr. Güney Hacıömeroğlu

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

ghaciomeroglu.weebly.com

STEAM Tutum Ölçeği izni Gelen Kutusu x

↕ 🖨️ 📄



Sümeyra Yılmaz

20:17 (2 saat önce)



Sayın hocam Yüksek lisans tez çalışmamda STEAM Tutum Ölçeği'nizi kullanmak için izninizi istiyorum. SaygılarımlaArş. Gör. Sümeyra YILMAZ



Mustafa Çevik

Alıcı: ben

20:22 (2 saat önce)



Merhaba, ölçeği bilimsel etik kuralları çerçevesinde kullanmanızda bir sakınca yoktur. İyi çalışmalar dilerim

Bilgisayarca Düşünme Becerileri Ölçek izni Gelen Kutusu x

↕ 🖨️ 📄



Sümeyra Yılmaz

20:11 (2 saat önce)



Sayın hocam, Yüksek lisans tez çalışmamda Bilgisayarca Düşünme Becerileri Ölçeği'nizi kullanmak için izninizi istiyorum. SaygılarımlaArş. Gör. Sümeyra YILMAZ



Özgen Korkmaz

Alıcı: ben

20:13 (2 saat önce)



Elbette kullanabilirsiniz

Permission to use STEM-ICA Gelen Kutusu x

↕ 🖨️ 📄



Sümeyra Yılmaz

26 Mart Paz 19:30 (20 saat önce)



Dear Dr. Guzey, I would like your permission to use the STEM Integration Curriculum Assessment Tool (STEM-ICA) in my master's thesis. Respectfully yours.Res. As



Guzey, Siddika

Alıcı: ben

15:44 (19 dakika önce)



Merhaba Sümeyra,

Emailin için teşekkürler. Kullanabilirsin STEM-ICA yi çalışmada.

İyi çalışmalar,

Selcen

EK 2. STEAM (Fen-Teknoloji-Mühendislik-Sanat-Matematik) Tutum Ölçeği

Madde	Ölçek Maddeleri	Çok fazla	Fazla	Az	Çok Az
1	STEAM hakkında okumalar yapmayı severim.				
2	Okulum STEAM alanında dersler sunmaktadır.				
3	STEAM içerikli TV programları izlemekten hoşlanırım				
4	STEAM dersleri benim için faydalıdır.				
5	STEAM içerikli projelerde iyiyimdir.				
6	STEAM ile ilgili testler çözmekten endişelenmem.				
7	STEAM ile ilgili ödevler kolaydır.				
8	STEAM’de daha fazla okul sonrası programlara katılmak isterim.				
9	STEAM içerikli kariyer elde etmeye meraklıyım.				
10	STEAM içerikli ileri seviye programlara ilgim vardır.				
11	STEAM’de becerilerimi daha da geliştirmek niyetindeyim.				
12	STEAM’in zorluklarıyla uğraşmaktan hoşlanmaya devam edeceğim				
13	STEAM benim için zordur.				
14	STEAM derslerinde iyi performans gösteririm.				
15	STEAM ile ilgili ileri seviye derslerle baş edemem.				
16	STEAM derslerinde zorlanırım.				
17	STEAM’i anlamıyorum.				
18	STEAM hakkında daha fazla bir şey öğrenmek istemiyorum.				
19	STEAM ile ilgili dersler almaktan hoşlanmam.				
20	STEAM önemlidir.				
21	STEAM ile ilgili öğrendiklerimin benim için bir değeri yoktur.				
22	STEAM’i öğrenmenin bana faydası olmayacak.				
23	STEAM’i anlamak için zaman ayırmaya değmez.				
24	STEAM ile ilgili daha fazla/ ileri seviyede derslerden hoşlanmam.				
25	STEAM’i uygulamak için yeni yollar keşfetmeye ilgim yoktur.				

EK 3. Yarı Yapılandırılmış Odak Grup Görüşme Formu

Tarih/Saat: _____ Yer: _____ Grup No: _____

Merhaba, bu araştırma kapsamında entegre STEM öğretimi ile ilgili görüşlerinizi belirlemeyi amaçlıyorum. Daha kısa sürede daha fazla veriye ulaşmak amacıyla odak grup görüşme yapılması uygun görülmüştür. Görüşme boyunca söyleyeceklerinizin tümü gizlidir. Bu bilgileri araştırmacıların dışında herhangi bir kimsenin bilmesi mümkün değildir. Görüşmelerin kayıt altına alınmasında bir sakınca var mı?

Başlamadan önce söylemek veya sormak istediğiniz bir şey var mı?

Bu görüşmenin yaklaşık 40 dakika süreceğini tahmin ediyorum. Verilerin analiz edilmesi sürecinde herhangi bir hata olmaması adına söz alan kişinin ismini belirterek görüşünü belirtmesini istiyorum. İzin verirsiniz sorulara başlamak istiyorum.

Giriş Soruları:

Kısaca kendinizi tanıtır mısınız?

Daha önce STEM eğitimi aldınız mı? Aldıysanız nasıl bir eğitim aldınız?

Görüşme Soruları:

1) Nitelikli bir entegre STEM öğretimini nasıl tanımlarsınız? Entegre STEM öğretiminde neler olması gerektiğini düşünüyorsunuz? Neden?

2) Sizce entegre STEM öğretiminde nelere yer verilebilir? Nelere yer verirsiniz? Nasıl yer verirsiniz?

Sonda

- Öğrencilerin motivasyonunu sağlamak, dikkatlerini çekmek için?
- Öğrencilerin takım çalışmalarını desteklemek için?
- İyi bir iletişim ortamı oluşturmak için?

3) Etkili bir entegre STEM öğretiminde hangi stratejilerin kullanılması gerektiğini düşünüyorsunuz? Neden?

Sonda

- Öğretim yöntemleri, stratejileri, teknikleri?
- Ölçme ve değerlendirme?

4) STEM öğretimine disiplinler nasıl entegre edilebilir? Nasıl entegre etmeyi düşünüyorsunuz? Neden?

Sonda

- Mühendislik?
- Bilim?
- Matematik?
- Teknoloji?

EK 4. Bilgisayarca Düşünme (Computational Thinking) Ölçeği (Üniversite Öğrencileri İçin)

Sayın Katılımcı

Aşağıdaki maddeler bilgisayarca düşünme becerilerini ölçmeye dönük hazırlanmış ve bir araştırmada kullanılacaktır. Araştırma dışında başka hiçbir amaçla kullanılmayacaktır. Lütfen her bir maddeyi dikkatle okuyup, sizi yansıtmaya düzeyini en olumludan (5) en olumsuz (1) doğru puanlayınız. Katılımınızdan dolayı şimdiden teşekkür ederiz.

Yaratıcılık	Kararlarının çoğundan emin olan insanları severim	1	2	3	4	5
	Gerçekçi ve tarafsız insanları severim	1	2	3	4	5
	Yeterince zamanım olur ve çaba gösterirsem karşılaştığım sorunların çoğunu çözebileceğime inanıyorum.	1	2	3	4	5
	Yeni bir durumla karşılaştığımda ortaya çıkabilecek sorunları çözebileceğime inancım vardır.	1	2	3	4	5
	Bir sorunumu çözmek üzere plan yaparken o planı yürütebileceğime güvenirim.	1	2	3	4	5
	Hayal kurmak, çok önemli projelerimin ortaya çıkmasına neden olur	1	2	3	4	5
	Bir sorunun çözümünde yaklaştığım zaman sezgilerime ve “doğruluk” veya “yanlışlık” hislerime güvenirim	1	2	3	4	5
	Bir sorunla karşılaştığımda, başka konuya geçmeden önce durur ve o sorun üzerinde düşünürüm.	1	2	3	4	5
Algoritmik Düşünme	Bir problemin çözümünü verecek denklemi hemen kurabilirim	1	2	3	4	5
	Matematiksel işlemlere karşı özel ilgimin olduğunu düşünüyorum	1	2	3	4	5
	Matematiksel sembol ve kavramlar yardımıyla yapılan anlatımları daha kolay öğrendiğimi düşünürüm	1	2	3	4	5
	Sayılar arasındaki ilişkileri kolaylıkla yakalayabildiğime inanırım	1	2	3	4	5
	Güncel yaşamda karşılaştığım sorunların çözüm yollarını matematiksel olarak ifade edebilirim.	1	2	3	4	5
	Sözel olarak ifade edilen bir matematik problemini sayısallaştırabilirim.	1	2	3	4	5
İşbirliklik	Grup arkadaşlarımla birlikte işbirlikli öğrenme deneyimleri yaşamaktan hoşlanırım.	1	2	3	4	5
	İşbirlikli öğrenmede, grupla çalıştığım için daha başarılı sonuçlar elde ettiğimi/edeceğimi düşünüyorum.	1	2	3	4	5
	İşbirlikli öğrenmede grup arkadaşlarımla birlikte grup projesi ile ilgili problemleri çözmekten hoşlanırım.	1	2	3	4	5
	İşbirlikli öğrenmede daha çok fikir ortaya çıkıyor.	1	2	3	4	5
Eleştirel Düşünme	Karmaşık problemlerin çözümüne yönelik düzenli planlar geliştirmede iyiyimdir.	1	2	3	4	5
	Karmaşık problemleri çözmeye çalışmak eğlencelidir.	1	2	3	4	5
	Zorlayıcı şeyler öğrenmeye istekliyimdir.	1	2	3	4	5
	Büyük bir netlikle düşünebilmekten gurur duyuyorum.	1	2	3	4	5
	Elimdeki seçenekleri karşılaştırırken ve karar verirken kullandığım sistematik bir yöntem vardır.	1	2	3	4	5
Problem Çözme	Problemin çözümünü zihnimde canlandırma konusunda sıkıntı yaşarım.	1	2	3	4	5
	Problem çözümünde X, Y gibi değişkenleri nerede ve nasıl kullanmam gerektiği konusunda sıkıntı yaşarım.	1	2	3	4	5
	Tasarladığım çözüm yollarını sırasıyla aşamalı bir şekilde uygulayamam.	1	2	3	4	5
	Bir soruna yönelik olası çözüm yollarını düşünürken çok fazla seçenek üretemem.	1	2	3	4	5
	İşbirlikli öğrenme ortamında kendi düşüncelerimi geliştiremem.	1	2	3	4	5
	İşbirlikli öğrenme grup arkadaşlarıma bir şeyler öğretmeye çalışmak beni yoruyor.	1	2	3	4	5

EK 5. Entegre FeTeMM Öğretimi Yönelim Ölçeği

	Kesinlikle katılmıyorum	Katılmıyorum	Kısmen katılmıyorum	Kararsızım	Kısmen katılıyorum	Katılıyorum	Kesinlikle katılıyorum
İlkokul düzeyi fen bilgisine aşınayım (Newton'nun hareket kanunları).							
İlkokul düzeyi teknoloji bilgisine aşınayım (teknolojik problem çözme süreci, materyal işleme, ders araç-gereç kullanımı).							
İlkokul düzeyi mühendislik bilgisine aşınayım (örneğin inşa etme, makineler).							
İlkokul düzeyinde matematik bilgisine aşınayım (ölçme, hesaplama, analiz).							
Öğrenme sürecinde, öğrencilere FETEMM (Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik) ile ilgili nasıl veri toplamaları gerektiği hususunda yardım etmenin önemli olduğunu düşünüyorum.							
Proje tasarlama sürecinde, öğrencilere FETEMM (Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik) ile ilgili nasıl veri toplamaları gerektiğini öğrenmeleri hususunda yardım etmenin önemli olduğunu düşünüyorum.							
Test etme ve düzenleme sürecinde, öğrencilere FETEMM (Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik) ile ilgili nasıl veri toplamaları gerektiğini öğrenmeleri hususunda yardım etmenin önemli olduğunu düşünürüm.							
Öğrenme sürecinde, öğrencilerin performanslarının gelişmesi için FETEMM'i kullanmalarına (entegre etmelerine) yönelik rehberlik etmenin faydalı olduğunu düşünürüm.							
Öğrenme-öğretme sürecinde, FETEMM etkinliklerini kullanarak (entegre ederek) uygulama yapmak isterim.							
FETEMM'i ilgili etkinlik ve haberlerle ilişkilendirerek yapılan öğretimin faydalı olduğunu düşünüyorum.							
Eğer medya reklamları (kamu spotu, haberler, gazete, televizyon vb.) yapmamı isterse, öğrenme-öğretme sürecinde FETEMM'i derslerimde kullanırım.							
Eğer okul ortamı bu yöndeysse (idarecilerin talebi, okulun fiziki ve teknolojik donanımı olması) öğrenme-öğretme sürecinde FETEMM'i derslerimde kullanırım.							
Eğer üniversitedeki hocalarım isterse öğrenme-öğretme sürecinde FETEMM'i derslerimde kullanırım.							
Çalışma arkadaşlarım isterse, öğrenme-öğretme sürecinde FETEMM'i derslerimde kullanırım.							
Eğitsel fikirlerim bu yöndeysse öğrenme-öğretme sürecinde FETEMM'i derslerimde kullanırım.							
Öğrenme-öğretme sürecinde, öğrencilerim isterse FETEMM'i derslerimde kullanırım.							
Öğrenme-öğretme ortamında FETEMM'i kullanmak için yeterli beceriye sahip olduğumu düşünüyorum.							
Öğrenme-öğretme sürecinde, FETEMM'i kullanarak öğrencilerin öğrenme performanslarını nasıl geliştireceğimi biliyorum.							
Öğrenme-öğretme sürecinde, FETEMM bilgimi kullanarak uygulama yapmanın kolay olduğunu düşünüyorum.							
Proje tasarlama sürecinde öğrencilere FETEMM'e bağlı nasıl öneriler sunacağımı biliyorum.							
Test ve düzenleme sürecinde, öğrencilere FETEMM'e bağlı nasıl öneriler sunacağımı biliyorum.							
Gelecekte öğrenme-öğretme ortamı ne durumda olursa olsun, FETEMM'i kullanmak için elimden geleni yaparım.							
Proje tasarlama sürecinde, FETEMM bilgilerine bağlı olarak öğrencilere kendi fikirlerini nasıl sunmaları gereğini öğretmeye çalışırım.							
Test ve düzenleme sürecinde, öğrencilere FETEMM bilgilerini kullanarak çalışmalarını nasıl geliştireceklerini öğretmeye çalışırım.							
Öğrencilere problem çözerken sezgi yerine FETEMM bilgilerini kullanmalarını hatırlatmaya çalışırım.							
FETEMM uygulamak için bu alandaki diğer öğretmenlerle iş birliği yapmayı denerim.							
FETEMM öğrencilerin teori ve uygulamayı birleştirme becerilerini geliştirmede faydalıdır.							
Tasarım ve hazırlama sürecinde, öğrenciler yaparak-yaşayarak öğrenme etkinliklerine (matematik araç gereçleri) FETEMM bilgilerini entegre ederse iyi bir performans gösterir.							
Öğrenciler FETEMM bilgilerini problem çözme sürecine entegre ederse günlük yaşantılarında karşılaştıkları problemleri uygun şekilde çözebilir.							
Öğrenme-öğretme sürecinde, öğrenciler FETEMM'i kullanarak FETEMM'de ilgi duydukları alanları keşfedebilir.							
Öğrenme-öğretme sürecinde, FETEMM kullanarak geleceğin yetenekli öğrencilerini yetiştirebiliriz.							

EK 6. STEM Entegrasyonu Müfredatı Değerlendirmesi (STEM-ICA)

İnceleyen Adı:

Müfredat Adı:

Müfredatın İncelendiği Tarih:

GENEL BAKIŞ

Dereceli puanlama anahtarı, STEM entegrasyon müfredatının değerlendirilmesi içindir. Kalite unsurları, ulusal ve eyalet düzeyindeki eğitim standartlarının literatür taraması ve analizinde tanımlanmıştır. Bu kalite göstergeleri özetlenmiş ve değerlendirme listesi kategorilerine göre eşlenmiştir. Dokuz ayrı değerlendirme kategorisi vardır; bununla birlikte, bu kategoriler birbirleriyle yakından ilişkili ve bağlantılıdır. İki tür derecelendirme vardır: özel ve genel.

Önce ÖZEL DEĞERLENDİRMELER yapılmalıdır.

Hakemlerden bazı evet veya hayır sorularını yanıtlamaları, bir kalite derecelendirmesi sağlamaları ve derecelendirmeleri destekleyecek kanıtlar sunmaları istenir. Hakemler, her madde için önce hayır, biraz veya evet olarak işaretleyerek soruları yanıtlayacaktır. Hakemlerin müfredat biriminin belirli unsurları üzerinde düşünmelerine ve değerlendirme listesi sorusunun amacını anlamalarına yardımcı olmayı amaçlar. Bazı önemli unsurların temsilcisi olmaları amaçlanmıştır, ancak hepsini içermemektedir.

İkinci öge bir GENEL DEĞERLENDİRME

Bu, öğrencilerin ulusal ve eyalet düzeyindeki eğitim standartlarında tanımlanan bilgi ve becerileri ve/veya uygulamaları öğrenmelerine yardımcı olmada müfredat biriminin etkinliğinin özet bir değerlendirmesidir. Hakemlerden hem bir derecelendirme hem de derecelendirmeyi destekleyecek kanıtlar sağlamaları istenir.

Değerlendirme ölçeği

Tüm maddeler, birimin özellikleri ne ölçüde karşıladığını açıklayan 0'dan 4'e kadar beş puanlık bir ölçekte derecelendirilir.

1. 0: Yok
2. 1: Zayıf
3. 2: Yeterli
4. 3: İyi
5. 4: Mükemmel

NA/DK

Sıfır, soruda açıklanan özelliklerin hiçbirinin müfredat ünitesine yansıtılmadığı anlamına gelir.

Dört, soruda açıklanan tüm özelliklerin materyale yansıtıldığını gösterir.

NA, "Uygulanamaz" ve DK, "Bilmiyorum" anlamına gelir. Bunlar yalnızca nadir durumlarda kullanılmalıdır.

ÖZEL DEĞERLENDİRMELER

Dereceli puanlama anahtarı sorularını yanıtlamadan önce lütfen her madde için evet, biraz veya hayır olarak işaretleyerek evet veya hayır sorularını yanıtlayın.

I. Motive Edici ve İlgi Çekici Bağlam

Müfredat ünitesi...	Hayır	Biraz	Evet
Öğrencilerin kendi kişisel bilgi ve deneyimlerinin uzantılarına dayanarak durumu anlamlandırmalarına izin veriyor mu?			
Farklı altyapısı (geçmişteki görgü, çevre ve eğitimi) olan öğrencilerin ilgisini çekiyor ve motive ediyor mu?			
İlgi çekici bir amaç ile bağlam sağlıyor mu? (ne, neden ve kim için)?			
Küresel, ekonomik, çevresel ve/veya toplumsal bağlamları içeriyor mu?			
Güncel olayları ve/veya çağımızın konularını içeriyor mu?			
Mühendislik sürecini kısmen veya tamamen gerçeği yansıtan durumlarda uygulama fırsatı sağlıyor mu?			
1.1. Müfredat ünitesi ne ölçüde motive edici ve ilgi çekici bir bağlam kullanıyor?			

NA/DK 0 1 2 3 4

Derecelendirmelerinizi destekleyen kanıtları açıklayın:

II. Mühendislik Tasarım Zorluğu

Müfredat ünitesi...	Hayır	Biraz	Evet
Öğrencilerin mühendislik tasarım süreçlerini kullanmasını gerektiren etkinlikler içeriyor mu?			
Problem, altyapı, plan, uygulama, test etme, değerlendirme (veya tasarım süreçlerinin diğer benzer temsili) gibi tasarım öğelerini ele alıyor mu?			
Öğrencilerin başarısızlıklardan/geçmiş deneyimlerden ders alma fırsatına izin veriyor mu?			
Öğrencilerin yeniden tasarlamasına izin veriyor mu?			
Müşteriyi dahil eden bir mühendislik zorluğu içeriyor mu?			
Öğrencilerin, süreçleri tasarlayıp değerlendirdikleri veya prototipler/modeller/çözümler oluşturup değerlendirdikleri açık uçlu bir mühendislik tasarım zorluğuna katılmalarına izin veriyor mu?			
Öğrencilerin kısıtlamaları, güvenliği, güvenilirliği, riskleri, alternatifleri, takas durumu ve/veya etik hususları dikkate almalarını gerektiren bir mühendislik zorluğu içeriyor mu?			
Mühendislik zihin alışkanlıklarını (sistem düşüncesi, yaratıcılık, azim gibi) teşvik ediyor mu?			
Öğrencilerin mühendislik zorluğunda tartışılan mühendislik alanındaki (örneğin inşaat mühendisliği, çevre mühendisliği, endüstri mühendisliği) teknolojileri (örneğin köprüler, su filtreleri, geri dönüşüm tesisi süreçleri) keşfetmelerini veya geliştirmelerini gerektiriyor mu?			
Mühendisliğin ne olduğu ve mühendislerin işte ne yaptığını anlamalarını teşvik ediyor mu?			

2. Müfredat ünitesi, öğrencilerin mühendislik tasarım zorluklarını bütünleştirerek mühendislik tasarımını öğrenmelerine ne ölçüde izin veriyor?

NA/DK 0 1 2 3 4

Derecelendirmelerinizi destekleyen kanıtları açıklayın:

III. Bilim İçeriğinin Entegrasyonu

Müfredat ünitesi...	Hayır	Biraz	Evet
Bilimdeki devlet standartlarını, test özelliklerine uyan seviyelerde ve ötesinde ele alıyor mu?			
Sınıf düzeyine uygun bilim kavramlarını entegre ediliyor mu?			
Öğrencilerin mühendislik zorluklarını çözmek için gerekli olan temel bilim kavramlarını ve/veya büyük bilim fikirlerini öğrenmelerini, anlamalarını ve kullanmalarını gerektiriyor mu?			
Bilimin kavramsal anlayışını tutarlı bir şekilde anlaşılmasını teşvik ediyor mu?			
Bilim öğrenimi ile ilgili farklı teknikleri, becerileri, süreçleri ve araçları öğrenmek ve uygulamak için fırsatlar sağlıyor mu?			

3. Müfredat ünitesi, mühendislik zorluğunu çözmek ve derinlemesine anlamayı desteklemek için gerekli olan bilim içeriğini ne ölçüde bütünleştiriyor?

NA/DK 0 1 2 3 4

Derecelendirmelerinizi destekleyen kanıtları açıklayın:

IV. Matematik İçeriğinin Entegrasyonu

Müfredat ünitesi...	Hayır	Biraz	Evet
Matematikteki devlet standartlarını, test özelliklerine uyan seviyelerde ve ötesinde ele alıyor mu?			
Sınıf düzeyine uygun matematik kavramlarını entegre ediyor mu?			
Öğrencilerin mühendislik zorluklarını çözmek için özellikle veri analizi ve ölçümünde gerekli olan temel matematik kavramlarını öğrenmelerini,			

anlamalarını ve kullanmalarını gerektiriyor mu?
 Matematiksel düşünmenin tutarlı bir şekilde anlaşılmasını teşvik ediyor mu?
 4. Müfredat ünitesi, mühendislik zorluğunu çözmek ve derinlemesine anlamayı desteklemek için gerekli olan matematik içeriğini ne ölçüde bütünleştiriyor?
 NA/DK 0 1 2 3 4
 Derecelendirmelerinizi destekleyen kanıtları açıklayın:

V. Öğretim Stratejileri

Müfredat ünitesi...	Hayır	Biraz	Evet
Öğrenci merkezli (zihinle ve/veya düşünerek/uygulamalı) dersler ve etkinlikler içeriyor mu? Öğrencilerin bir çözüme varmadan önce bilgi veya veri toplamasını ve analiz etmesini gerektiren bazı etkinlikler içeriyor mu? Mühendislik ve/veya bilim öğretmek için bir strateji olarak argümantasyonu dahil ediyor mu (genellikle veri ve veri analizi yapılan iddialar için kanıt sağlar)? Öğrencilerin her bir dersin neden önemli olduğunu anlaması için her derste genel tasarım zorluğu/bağlamı ile açık bağlantılar içeriyor mu? Öğrencileri, modlar içinde ve modlar arasındaki çevirilere vurgu yaparak, öğrenilecek STEM fikirlerini çoklu temsil modlarına (gerçek yaşam durumu, resimler, sözel semboller, yazılı semboller, manipülasyonlar) yerleştiren etkinliklere dahil ediyor mu?			
5. Müfredat ünitesi öğrenci merkezli öğretim stratejilerini ne ölçüde destekliyor? NA/DK 0 1 2 3 4 Derecelendirmelerinizi destekleyen kanıtları açıklayın:			

VI. Takım çalışması

Müfredat ünitesi...	Hayır	Biraz	Evet
Öğrencilerin başkalarıyla iş birliği yapmasını gerektiriyor mu? Öğrencilerin bir takımda çalışırken bireysel sorumluluk göstermeleri için fırsatlar içeriyor mu? Olumlu takım etkileşimlerini ve iş birlikli öğrenmenin beş unsurunu teşvik eden öğretim stratejilerinden oluşuyor mu? Faaliyetlerin/görevlerin tamamlanması için ekibin her bir üyesine ihtiyaç duyulmasını gerektiriyor mu?			
6. Müfredat ünitesi, öğrencilerin takım çalışması becerilerini geliştirmelerini ne kadar iyi sağlıyor? NA/DK 0 1 2 3 4 Derecelendirmelerinizi destekleyen kanıtları açıklayın:			

VII. İletişim

Müfredat ünitesi...	Hayır	Biraz	Evet
Öğrencilerin bilim kavramlarını iletmelerini (örneğin sözlü, yazılı veya çizelgeler veya grafikler gibi görsel araçlar kullanarak) gerektiriyor mu? Öğrencilerin mühendislik düşüncesi/mühendislik çözümlerini/ürünlerini (örneğin, müşteriye sunumlar gibi sözlü, müşteriye not gibi yazılı, teknik iletişim veya şemalar gibi görsel araçlarla) iletmelerini gerektiriyor mu? Öğrenme iletişimi içinde çoklu temsil modlarını (gerçek yaşam durumları, resimler, sözlü semboller, yazılı semboller, manipülatifler/somut modeller) teşvik ediyor mu? Tartışma stratejileri için bir gereklilik içeriyor mu?			
7. Müfredat ünitesi, öğrencilerin bilim, matematik ve mühendislikte iletişim becerilerini geliştirmelerini ne kadar iyi sağlıyor? NA/DK 0 1 2 3 4 Derecelendirmelerinizi destekleyen kanıtları açıklayın:			

VIII. Performans ve Biçimlendirici Değerlendirme

Müfredat ünitesi...	Hayır	Biraz	Evet

STEM'in çoklu disiplinlerinden öğrenme amacı ve hedefleri ve içeriği ile yakından uyumlu mu?

Devlet standartlarına ve test özelliklerine anlamlı bir şekilde bağlı ve mümkün olduğunda bu özelliklerin ötesine geçiyor mu?

Performans görevleri aracılığıyla öğrencilere farklı yollarla anlama ve yeteneklerini kanıtlama fırsatları sağlıyor mu?

Müfredat ünitesinin uygulamasını geliştirmek için kullanacak öğretmene rehberlik sağlıyor mu?

8. Müfredat ünitesindeki değerlendirmeler ve gerekli ödevler öğrencilerin bilgi ve becerilerini ne ölçüde ölçüyor?

NA/DK 0 1 2 3 4

Derecelendirmelerinizi destekleyen kanıtları açıklayın:

IX. Organizasyon

Müfredat ünitesi...	Hayır	Biraz	Evet
Devlet standartlarına anlamlı bir şekilde bağlı olan ve mümkün olduğunda bu özelliklerin ötesine geçen STEM'in çoklu disiplinlerinden net hedefler ve öğrenme hedefleri sunuyor mu?			
Mantıksal ve sıralı bir düzende akan etkinlikleri/dersleri, birbirleri üzerine inşa edecekleri şekilde dahil ediyor mu?			
Üniteye aşina olmayan öğretmenler için rehberlik ve öğretim stratejileri sağlıyor mu?			

9. Müfredat ünitesi ne kadar iyi organize edilmiş?

NA/DK 0 1 2 3 4

Derecelendirmelerinizi destekleyen kanıtları açıklayın:

GENEL DEĞERLENDİRME

Lütfen müfredat ünitesinin, öğrencilerin ulusal ve eyalet eğitim standartlarında tanımlanan bilgi ve becerileri ve/veya uygulamaları öğrenmesini sağlamadaki etkinliğini değerlendirin. Sonuçlarınızı destekleyen kanıtları tanımlamadan önce müfredatın öğrenme hedeflerini bir kez daha gözden geçirin. Bu açıklama, önceki tüm derecelendirmelerin bir ortalaması olmayı amaçlamaz, ancak müfredat ünitesinin kalitesi ve olası etkisine ilişkin genel değerlendirmenizdir. Lütfen sonuçlarınızı destekleyen kanıtları verilen boşlukta tanımlayın. Müfredat birimi, öğrencilerin ulusal ve eyalet eğitim standartlarında tanımlandığı gibi STEM konularının uygun sınıf düzeyinde bilgi, beceri ve/veya uygulamalarını öğrenmelerine ne ölçüde yardımcı olacak?

NA/DK 0 1 2 3 4

Derecelendirmelerinizi destekleyen kanıtları açıklayın:

EK 7. Birinci Grubun STEM Ders Planı (kısaltılmıştır.)

SELDEN ETKİLENMEYEN KULÜBE (1. GRUP)

Ders Adı: Fen Bilimleri

Sınıf: 8. Sınıf

Konu Alanı: Fiziksel Olaylar

Ünite: Basınç

Amaç: Bu etkinlikte amaç öğrencilerin sıvı ve gaz basıncını öğrenmesi gaz basıncının büyük cisimlere karşı uyguladığı basıncın yüzeyindeki etkisini kavramalarını sağlamaktır. Aynı zamanda etkinlikte basit elektrik devreleri ve ısı yalıtımı da içine almaktadır.

Kazanımlar:

Fen Bilimleri

F.8.3.1.2. Sıvı basıncını etkileyen değişkenleri tahmin eder ve tahminlerini test eder.

F.8.3.1.3. Katı, sıvı ve gazların basınç özelliklerinin günlük yaşam ve teknolojiye uygulamalarına örnekler verilir.

F.7.7.1.6 Özgün bir aydınlatma aracı tasarlar.

F.6.4.3.3. Alternatif ısı yalıtım malzemeleri geliştirir.

F.5.6.3.2. Yıkıcı doğa olaylarından korunma yollarını ifade eder.

Matematik

M.8.3.4.1. Dik prizmaları tanıır, temel elemanlarını belirler, inşa eder ve açılımını çizer.

M.7.3.4.1. Üç boyutlu cisimlerin farklı yönlerden iki boyutlu görünümünü çizer.

M.6.1.1.4. Doğal sayılarla dört işlem yapmayı gerektiren problemleri çözer ve kurar. İşlemler yapılırken işlem özellikleri kullanılır.

M.5.2.3.1. Uzunluk ölçme birimlerini tanıır; metre-kilometre, metre-desimetre-santimetre-milimetre birimlerini birbirine dönüştürür ve ilgili problemleri çözer.

Mühendislik

TT.7.D.1.2. Tasarım probleminin çözümüne yönelik araştırma basamaklarını uygular.

TT.7.D.1.4. Tasarımın modelini veya prototipini oluşturur.

TT.8.C.3.4. Mühendislik tasarım sürecini kullanarak bir ürün tasarlar.

Teknoloji

Suyun depolanmasını sağlamak için depo düzeneği hazırlamak

Gaz basıncına uygun batmayan ve uzun süre dayanıklı materyal geliştirilmesi

Sosyal Bilgiler

SB.5.3.5. Doğal afetlerin toplum hayatı üzerine etkilerini örnekler ile açıklar.

GİRİŞ: (20 dakika)

STEM etkinliğinin daha iyi yansıtılması için mümkünse derste Fen Bilimleri, Matematik ve Teknoloji Tasarım öğretmenlerinin olması faydalı olacaktır. Öncelikle derse öğrencilere Basınç konusunun kısa bir tekrarı yapılır soru cevap şeklinde ders ilerletilir. Doğal afetlerden biri olan sel felaketinin videoları izlettirilir daha sonrasında oluşan tahribatın nasıl giderilip buna uygun çözüm önerileri sunmaları beklenir. İzlenen videonun dersle bağlantısı kurulup öğrencilere tekrar aynı soru sorulur. Sonrasında basıncın günlük yaşam ve teknolojiye uygulamaları sorulur.

Dersin ilgili kazanımıyla ilişkili olarak basınçla ilgili videolar kullanılabilir. Video izletildikten sonra öğrencilere videoyla ilgili sorular yöneltilir ve fikirleri alınır. Sınıfta dikkatleri çekmek için gruplara mektup ulaştırılır. Ardından etkinlik kâğıdı dağıtılır ve kâğıttaki yönergeye göre ilerlemeleri istenir.

Senaryo:

Sayın Çevre Bakanı,

Karadenizli bir ailenin en küçük çocuğuyum. Babam geçimimizi buradaki birçok aile gibi büyük gemilerle balık avlayarak sağlar. Karadeniz'i bilirsiniz bakmaya doyum olmaz ama hırçın mı hırçın bir denizdir. Bazı zamanlar sel olur buralarda ve bu durum kıyıdaki balıkçı kulübemize zarar vermektedir. Deniz hırçınlaştığında babamın bazı eşyaları kaybolmakta bazıları da kullanılmaz hale gelmektedir. Sizlerden

ricam kıyıya vuran suları sıvı basıncı kullanarak kulübelere zarar vermeyecek hale getirmeniz. Kulübeyi tasarlarken ısı yalıtımı kullanmanız gerekmekte çünkü babam av zamanı kulübede zaman geçiriyor. Bazen bir haftaya yakın orada kaldığı oluyor. Av zamanı hava da oldukça soğuk olduğu için babam çok üşüyor ve sürekli hastalanıyor. Böylesi durumlarda elektrik de çok sık gidip gelmekte bu sebepten dolayı elektrik kullanmadan bir aydınlatma sistemi istiyorum. Ayrıca öyle bir düzenek hazırlayın ki bu dolan suları kullanılabilir hale getirelim. Bir de kulübenin bulunduğu bahçemiz çok küçük o yüzden evin tabanını size aşağıda belirttiğim ölçülere göre tasarlamamız gerekmektedir. Umarım bunu benim için yapabilirsiniz.

Saygılarımla
Bilal YILMAZ

Sınırlılıklar

Kulübenin zemin en fazla 13 cm x 14 cm olmalı.
En az 1 ampul kullanılmalı.
Kulübenin yükselme ve alçalma hareketini sıvı ve gaz basıncıyla sağlamalı.
Kulübe sudan etkilenmeyen ısı yalıtımlı olmalıdır.
Artık suların kullanılabilir hale gelmesi için en az bir tane filtre kullanılarak bir depo tasarlanmalı.
Su deposunda soğuk hava şartlarından dolayı ısı yalıtımı olmalı

Malzemeler:

Karton, Mukavva, Pipet, Çöp Şiş, Bant, Poşet, Balon Köpük, Alüminyum Folyo, Leğen, Pil, Pil Yatağı, Duy Ampul, Anahtar, İletken Kablo, Maket bıçağı, Pet şişe Tıpa, Filtre, Şırınga, Şeffaf Hortum, Çift taraflı bant Cetvel ve açılçer, Makas, Sıvı yapıştırıcı ve katı yapıştırıcı
Fon Kartonu

KEŞFETME: (40 dakika)

Mühendislik süreç becerilerinin ele alınması açısından öğrencilerine “Selden Etkilenmeyen Kulübe” sistemini inşa etmeye başlamadan önce araştırma yapma ve tasarlama aşamalarını gerçekleştirmeleri gereklidir. Çalışmada öğrencilerden önce sıvı ve gazların basınç özellikleri hakkında araştırma yapmaları istenir ve elde ettikleri bulguları etkinlik kağıdına not almaları istenir. Etkinlik kağıtları bu aşamada doldurulur. Eğer sınıf ortamında bu araştırmayı yapmaya olanak yoksa öğrencilerden dersten önce bu araştırmayı ev ödevi olarak yapmaları ve bulguları derse gelirken getirmeleri istenir.

AÇIKLAMA: (30 dakika)

Öğrencilerden kulübe hakkında edindikleri bilgilerle ve kullanacakları malzemelerden en uygun olanlarını belirlemeleri beklenir. Bu aşamada farklı fikirler ortaya atılabilir ve eleştirel düşünme becerileri kullanılarak en uygun tasarımda karar kılabilirler. Fakat bazı gruplarda karar verme süresi uzayabilir. Öğretmen grupları gezerek destek olması, seçilen malzemeleri neden seçtiklerini açıklamalarını istemesi ve kalan zamanı hatırlatması faydalı olacaktır. Tasarım yaparken kullanacakları malzemeleri seçmelerini istenir ve hangi malzemeden ne kadar kullanacaklarını not etmeleri istenir. Öğrenciler mühendislik dallarından yararlanılabilir ve iş bölümü yapmaya teşvik edilebilir.

DERİNLEŞTİRME: (40+40+40 dakika)

Bu aşamada önce gruplardan tasarımlarını öğretmenin onayına sunmaları, gerekirse öğretmenden gelen geri bildirimler doğrultusunda tasarımlarını revize etmeleri istenir. Öğrenciler tasarlanan kulübenin yapım aşamasına geçmeleri istenir. Öğretmen ise sınıf içerisinde gezer ve öğrencilerin tasarımı inşa etme sürecini gözlemleyerek rehberlik eder. Gruplara tasarımlarıyla ilgili sorular yönlendirebilir. Öğretmen aynı

zamanda grupların işleyişini denetler ve projenin iş bölümüne uygun yürütülmesine dikkat eder Grupta pasif olan öğrencilerin aktif olması için inşa sürecine katılımlarını sağlar. Proje için seçtikleri materyalleri ve neden onları seçtiklerini açıklamaları istenir.

Son olarak bütün gruplar projelerini tamamladıktan sonra ortak masada birleştirerek değerlendirme ve sergilemek için test ederler. Öğrencilerden grup halinde ilk olarak daha önce çizdikleri tasarımda ne tür değişiklikler yaptıkları sorulur ve cevap beklenir. Mühendislik süreçlerine dikkat çekebilmek adına öğretmenin yapılan tasarım ile inşa edilen ürün arasındaki farkları ve bunların nedenini öğrencileri ile tartışmalıdır.

Yöneltilcek sorular:

Kulübenin hareket etmesinde etki eden kuvvetler ve basıncın etkisi
Oluşan kuvvetler ve basınçla Kulübeyi hareket ettirip ettirememeleri
Kullandıkları malzemeleri hangi amaçla kullandıklarını ve neden o malzemeyi seçtikleri
Temiz su elde edebilmek için filtrenin kullanım amacı ve suyun depolanıp aktarılmasında basıncın etkisi

Değerlendirme: (30 dakika)

Tüm gruplara proje tasarlanırken hangi Fen ve Matematik kavramları kullanıldı, mühendislik ve teknolojiyi nasıl deneyimledikleri sorulur. Projeler incelenirken gruplara ne amaçladıklarını ne kadarlık bir bütçe ayırdıklarını, hangi araç-gereçleri ne amaçla kullandıklarını ve kullanım yerleri sorulur ve alınan elde ettiğimiz cevaplara göre puanlama yapılır. Rubrik doğrultusunda en yüksek puanı alan grubun projesi 1. olarak tercih edilir. Aynı zamanda grupların bir arada yaptıkları projeler hakkında fikir alışverişi yapması akran değerlendirme yapılır.

Çalışma kağıdında yer alan bazı sorular:

*Böyle bir sorunla karşılaştığınızda ne gibi çözümler üretirsiniz?
Sel ve taşkınların insan hayatı üzerindeki etkisi nedir?
Size verilen mektuptaki sorunu çözmek için hangi bilgilere ihtiyacınız var?
İlk tasarımınızda ne gibi sorunlarla karşılaştınız? Çözmek için hangi yolları denediniz?
Sıvı basıncının yüzeylere uyguladığı kuvveti etkileyen faktörler nelerdir?*

Ek:

Malzeme ve ürün fiyatları
Çalışma Kâğıdı
Akran değerlendirme formu
Prototip çizim Kâğıdı ve tablolar

Değerlendirme ölçütü:

*Amaca uygunluk
Maliyet
İşlevsellik
Özgünlük
Görsel ve estetik
Geliştirilebilirlik
Dayanıklılık
Çalışabilir durumda olma
Yaratıcılık*

EK 8. İkinci Grubun STEM Ders Planı (kısaltılmıştır.)

ASANSÖRLÜ YENİ NESİL SERENDER (2. GRUP)

Ders Adı: Fen Bilimleri

Sınıf: 8. Sınıf

Ünite: Basit Makineler

Öğretim Stratejisi: Araştırma-İnceleme yoluyla öğrenme

Yöntem: Problem çözme

Kazanımlar:

Fen Bilimleri

F.8.5.1.1. Basit makinelerin sağladığı avantajları örnekler üzerinden açıklar.

F.8.5.1.2. Basit makinelerden yararlanarak günlük yaşamda iş kolaylığı sağlayacak bir düzenek tasarlar.

F.8.6.4.2. Kaynakların tasarruflu kullanımına yönelik proje tasarlar.

Matematik

M.7.3.4.2. Farklı yönlerden görünümüne ilişkin çizimleri verilen yapıları oluşturur.

M.7.3.4.1. Üç boyutlu cisimlerin farklı yönlerden iki boyutlu görünümünü çizer.

Sosyal Bilgiler

SB.5.3.2. Yaşadığı çevrede görülen iklimin, insan faaliyetlerine etkisini, günlük yaşantısından örnekler vererek açıklar.

SB.5.3.3. Yaşadığı yer ve çevresindeki doğal özellikler ile beşerî özelliklerin nüfus ve yerleşme üzerindeki etkilerine örnekler verir.

Mühendislik ve Teknoloji

TT. 8. C. 3. 2. Çevresindeki ürünleri mühendislik ve tasarım kavramları açısından ilişkilendirir.

TT. 8. C. 3. 3. Mühendislik tasarım sürecindeki sınırlılıkları değerlendirir.

TT. 8. C. 3. 4. Mühendislik tasarım sürecini kullanarak bir ürün tasarlar.

TT. 8. D. 1. 2. Tasarım probleminin çözümüne yönelik araştırma basamaklarını uygular.

Görsel Sanatlar

G.8.1.8.Farklı teknik ve materyalleri bir arada kullanarak üç boyutlu çalışma yapar.

GİRİŞ: (20 dakika)

Öncelikle derse başlarken basit makinelerin genel özelliklerinden kısaca bahsedilip örnek olarak çeşitli basit makinelerin fotoğrafları gösterilebilir. Daha sonra gösterilen örnek fotoğraflara ek olarak öğrencilere kuvvet, iş kolaylığı ve basit makinelerin bu konular ile ilişkisi hakkında çeşitli sorular sorarak öğrencilerin beyin fırtınası yapması sağlanırken aynı zamanda öğrencilerin konu hakkındaki bilgileri ve hazır bulunuşluk düzeyleri de ölçülebilir. Sorulara verilen yanıtlardan sonra günlük hayatımızda basit makineleri nerelerde kullandığımız hakkında yorum yaparak örnek vermeleri istenebilir. Ayrıca yine konuyla ilgili çeşitli videolar, oyunlar, animasyonlar ve simülasyonlar sınıf ortamında öğrencilere sunulabilir. Son olarak öğrencilere etkinlik kağıtları dağıtılır ve çalışma yapraklarında bulunan soruları yanıtlayıp tamamladıktan sonra yönergelerle uygun biçimde maketi tasarlamaları istenir.

KEŞFETME (30+30 dakika),

Öğrencilerden serender ve yük taşıma sisteminin maketini yapmaya başlamadan önce kullanılacak malzemeleri, kullanılması gereken ölçüleri, tasarlama aşamalarını planlamaları beklenir. Çalışmada öğrencilerden önce basit makinelerin tasarlayacakları sistemde nasıl kullanılabileceği ve hangi basit makine sistemlerinin makete entegre edilebileceği hakkında araştırma yapmaları istenir. Daha sonra öğrencilerden elde ettikleri bulguları etkinlik kağıdına not almaları istenir. Eğer sınıf ortamında bu araştırmayı yapmaya imkân yoksa öğrencilerden dersten önce bu araştırmayı ev ödevi olarak yapmaları ve araştırma sonuçlarını derse gelirken getirmeleri istenir.

AÇIKLAMA (25 dakika)

Sınıf içerisindeki her grup bir önceki basamak olan keşfetme basamağında öğrendiği bilgileri ve yapılan araştırmalar sonucu elde edilen verileri kaydederek sınıf ortamında öğretmene ve diğer grup arkadaşlarına sunar, açıklar. Öğrenciler elde ettikleri verileri sunarken çeşitli animasyonlar, videolar, afişler ya da sunular kullanabilirler. Böylece yapılan sunum klasiklikten ve sıkıcılıktan çıkarak ilgi çekici hale gelebilir. Açıklama işlemi bittikten sonra gruplar çalışmaya başlamadan önce öğrencilerden tasarlayacakları modelleri grup içinde tartışıp not etmeleri beklenir. Gruplarda bilgi eksikliği görüldüğü durumda öğrencilerin bunu ev ödevi olarak yapmaları ve bulguları derse getirmeleri istenir.

DERİNLEŞTİRME (90 dakika)

Öğrencilerden basit makine sistemleri hakkında elde ettikleri bilgileri ve öğretmenleri tarafından verilen malzemeleri göz önünde bulundurarak serender ve yük taşıma sistemi maketi tasarımlarını çizmeleri istenir. Çizim aşamasında gruplar birden fazla serender tasarımı yapabilirler ve daha sonra tasarımları üzerinde tartışıp en uygun olan tasarımda karar kılabilirler. Fakat bu aşamada bazı gruplar hangi tasarımı seçmeleri konusunda kararsız kalabilirler. Tam bu noktada öğretmen grupları gezerek kararsız kalmış olan gruplara onları yönlendirmeden karar vermeleri konusunda yardımcı olabilir. Gruplardan tasarımları yaparken gerekli olan malzemelere karar vermeleri ve her malzemeden ne kadar kullanacaklarını not etmeleri istenir. Bu aşamada öğrenciler grup içerisinde iş bölümü yapmalıdır.

Daha sonra öğrencilerden tasarlanan modelin yapım aşamasına geçmeleri istenir. Öğrenciler tasarımlarını yaparken öğretmen tek tek bütün grupları gezer ve gruplara tasarımlarıyla alakalı sorular sorabilir. Ayrıca öğretmen bu sırada gruplardaki çalışma düzenini denetler ve grupların iş bölümüne uygun olarak çalışıp çalışmadığını kontrol eder. Son olarak bütün gruplar projelerini tamamladıktan sonra değerlendirme ve sergileme aşaması için oluşturdukları prototipleri test ederler.

DEĞERLENDİRME (20+20 dakika)

Bu aşamasında gruplara önce serender ve yük taşıma sistemi modelini çizerken nelere dikkat ettikleri ve tasarlayıp oluşturdukları modelle çizimleri arasında fark olup olmadığı sorulur; her grubun cevap vermesi beklenir. Çizdikleri ve tasarladıkları model arasında çok fark varsa bu farklılıkların nelerden kaynaklandığı sorulabilir. Öğrencilere kullanmış oldukları malzemeleri hangi amaçla kullandıklarını sorarak malzemelerin amaçlarına uygun olarak kullanıp kullanılmadığı sorgulanabilir.

Sonrasında bu aşamada tüm sınıf olarak rubrikte belirtilen özelliklere en yakın olan serender ve yük taşıma sistemi maketine karar verilir. Bu değerlendirmenin ardından öğrencilerden projeyi tasarlarlarken hangi fen ve matematik kavramlarını kullandıkları, mühendislik tasarım süreçlerini ve teknolojiyi tasarladıkları projeye nasıl dahil ettikleri sorulur. Basit makinelerin tasarladıkları yük taşıma sistemine nasıl etki ettiği tartışılır. Bu sorular ve yapılan etkinlik ile günlük hayat temelli problemlere STEM yaklaşımıyla nasıl yaklaşıldığı üzerinde durulur.

Rubrik: Ekonomiklik, görsel ve estetik, zaman, amacına uygun olma, etkili sunum ve pazarlama, grup işi iletişim, düzen

Malzeme Listesi	Adet	Fiyat
Mukavva	3 tane	30 TL
Fon kartonu	2 tane	8 TL
Strafor köpük	1 tane	10 TL
Alüminyum folyo	1 metresi	2,75 TL
Streç film	1 metresi	2.25 TL
Tahta blok	8 tane	10 TL
Abeslang (Dil çubuğu)	2 paket	12 TL
Çöp şiş	1 paket (50'li)	4 TL
Pipet	1 paket (50'li)	8 TL
İp	1 metresi	1 TL
Pil	4 tane	8 TL
Pil yatağı	2 tane	6 TL
Ampul	1 tane	2 TL
Anahtar	1 tane	2.30 TL
Çift yönlü anahtar	1 tane	10 TL
Motor	1 tane	10 TL
İletken kablo (kısa)	3 tane	9 TL
İletken kablo (uzun)	1 metre	4 TL
Silikon	1 tane	5 TL
Elektrik bandı	1 tane	7.50 TL

Ders planında yer alan görseller



Çalışma kağıdında yer alan bazı sorular:

Senaryoda belirtilen problem durumu nedir? Bu problemi çözmek için nasıl bir çözüm yolu geliştirirsiniz?

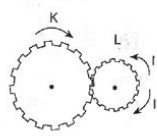
Basit makinelerin günlük hayattaki kullanım alanları nelerdir?

Yaptığınız tasarım çözüme ulaştı mı? Eksik olduğun düşündüğünüz noktalar neler? Nasıl geliştirebilirsiniz?

Grubunuzda nasıl bir görev dağılımı yaptınız?

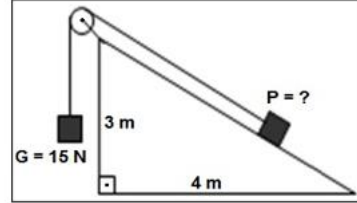
Tasarım sürecinizi kısaca değerlendiriniz.

6. K dişlisinin diş sayısı 48,
L dişlisinin diş sayısı 12
dir.



Buna göre, K dişlisi ok yönünde 8 tur dönerse
L dişlisi hangi yönde kaç tur döner?

- A) I yönünde, 32 tur B) I yönünde, 2 tur
C) II yönünde, 32 tur D) II yönünde, 2 tur



5. Yukarıda eğik düzlem sistemi verilmiştir. G cisminin ağırlığı 15 N'dur. P kaç Newton'dur?

Merhaba ben Mete,

Bilgi Temelli Hayat Problemi

Her yaz tatilinde hem tatil yapmak hem de aile büyüklerimle vakit geçirmek için Trabzon'un Akçaabat ilçesinin Acısu köyünde yaşayan anneanne ve dedemi ziyarete gitmekteyim. Her yaz tatilinde köye giderek bağ-bahçe işlerinde, ev işlerinde ve hayvan bakımında anneanne ve dedeme yardımcı olmaya çalışıyorum. Dedem, anneannem ve ben bahçemize ektiğimiz mahsullerin bakımını yapıyor ve zamanı geldiğinde büyüüp olgunlaşan mahsulleri topluyoruz. Topladığımız mahsulleri kışın tüketebilmek için "serender" adını verdiğimiz Orta ve Doğu Karadeniz'e özgü kırsal bölgelerde direkler üzerine kurulmuş, belirli yüksekliğe sahip tahıl ambarı olarak kullanılan bir yapıya taşıyoruz. Hasat zamanı geldiğinde bütün köyü aynı telaş sarıyor; mahsulleri toplayıp serendere taşıma telaşı... Taşıma sırasında tamamen insan gücü kullanmamız başlı başına bir sorunken bir de arazinin engebeli oluşu, serenderin yüksek olması gibi nedenler taşıma işlemini bir hayli zorlaştırıyor. Maalesef hepimiz aynı şeyden dert yaşıyoruz; serendere mahsul taşıdığımız gün diğer günlere göre daha fazla yorulduğumuzu fark etmemizden. Bu sorun şu günlerde kafamı o kadar meşgul ediyor ki sürekli bu sorunu nasıl çözebileceğimi düşünüyorum. Bir yük taşıma sistemi geliştirerek soruna biraz da olsa çözüm bulabileceğim ve köylülere yardımcı olabileceğim aklıma geldi. Ayrıca kullandığımız klasik serenderleri de daha işlevli ve daha dayanıklı hale getirmek istiyorum. Çünkü bölgedeki olumsuz hava koşulları nedeniyle serender içerisine koyduğumuz kışık mahsullerimiz zarar görebiliyor. Örneğin aşırı yağışlı günlerde serenderin çatısı akıtabiliyor ve içerisindeki mahsuller ıslanabiliyor ya da fazla nem, düşük sıcaklık gibi unsurlar da mahsullerin zarar görmesine neden olabiliyor. Bir de serenderlerde ya hiç aydınlatma sistemi bulunmuyor ya da yetersiz bir aydınlatma sistemi bulunuyor. Bu da karanlıkta serendere yük taşırken veya karanlıkta serenderden mahsul almamız gerektiğinde sıkıntı yaratıyor. Bu nedenle aydınlatma sorununa da bir çözüm bulmak istiyorum. Tüm bu olumsuzlukları göz önüne alarak klasik serenderleri geliştirip daha dayanıklı, kullanışlı, işlevli ve çevre dostu bir yapı tasarlamayı planlıyorum. Bahsettiğim tüm koşullara uygun olarak hem serenderi nasıl daha gelişmiş bir yapı haline getirebilir hem de nasıl bir yük taşıma sistemi tasarlayıp sistemi ne şekilde geliştirebilirim?

Tasarımda istenen özellikler:

- * Tasarlanan yük taşıma sistemi yükleri en az 20 cm yükseğe çıkarabilmeli, En az 30 gram yük taşıyabilmeli ve engebeli arazi koşullarına uygun olmalıdır.
- * Geliştirilecek serenderin çatı tasarımı aşırı yağışlara dayanıklı olmalıdır.
- * Mahsullerin daha sağlıklı koşullarda saklanabilmesi için serender fazla nem ve düşük sıcaklık gibi koşullara dirençli olmalıdır.

EK 9. Üçüncü Grubun STEM Ders Planı (kısaltılmıştır.)

DEPREME HAZIR KONUT PROJESİ (3. GRUP)

Dersin adı:	Fen Bilimleri
Sınıf:	7. sınıf
Ünite:	Elektrik Devreleri
Konu Alanı:	Fiziksel Olaylar
Önerilen ders saati:	40'+40'+40'+40'+40'=200' dakika
Konu/Kavramlar:	Seri bağlama, paralel bağlama, elektrik akımı, gerilim
Fen Bilimleri kazanımları:	F.7.7.1.5. Bir devre elemanının uçları arasındaki gerilim ile üzerinden geçen akımı ilişkilendirir. a. Gerilim kavramı piller üzerinden açıklanır. b. Bir iletkende gerilim, akım ve direnç arasındaki ilişki Ohm Yasası üzerinden açıklanır. Matematiksel hesaplamalara girilmez. F.7.7.1.4. Elektrik enerjisinin devrelere akım yoluyla aktarıldığını açıklar. F.7.7.1.1. Seri ve paralel bağlı ampullerden oluşan bir devre şeması çizer. F.5.6.3.1. Doğal süreçlerin neden olduğu yıkıcı doğa olaylarını açıklar. Depremler, volkanik patlamalar, seller, heyelanlar, hortum, kasırgalara ayrıntıya girilmeden değinilir.
Matematik kazanımları:	M.5.2.3.1. Uzunluk ölçme birimlerini tanı; metre-kilometre, metre-desimetre-santimetre-milimetre birimlerini birbirine dönüştürür ve ilgili problemleri çözer. M.7.1.4.3. Gerçek hayat durumlarını inceleyerek iki çokluğun orantılı olup olmadığına karar verir. M.5.3.1.1. Veri toplamayı gerektiren araştırma soruları oluşturur.
Görsel Sanatlar kazanımları:	G.7.1.7. Atık malzemeleri kullanarak üç boyutlu çalışma yapar. G.6.1.7. Üç boyutlu çalışmalar oluşturmak için oyma, asamblaj veya modelleme tekniklerini kullanır.
Sosyal Bilgiler kazanımları:	SB.4.3.6. Doğal afetlere yönelik gerekli hazırlıkları yapar. Öğrencinin yaşadığı çevrede karşılaşma olasılığı olan doğal afetlere öncelik verilir. Deprem çantası hazırlığı konusuna değinilir
Teknoloji Tasarım kazanımları:	TT. 7. D. 1. 3. Tasarım planı hazırlar. TT. 7. D. 1. 4. Tasarımın modelini veya prototipini oluşturur. TT. 7. B. 1. 13. Tasarımı değerlendirdikten sonra elde ettiği verilerden hareketle tasarımını yeniden yapılandırır. TT. 7. C. 2. 3. Ergonomik bir ürün tasarlar.
Güvenlik önlemleri:	Elektrik devresini kurarken yalıtkan malzemeler kullanılmalıdır. Elimiz direkt olarak pil ve kablounun açık ucuna değdirmemeliyiz. Malzemeler yanıcı olduğu için ateşle yaklaşmamalıyız ve elektrik devresinde çıkabilecek kıvılcımlara dikkat etmeliyiz
Öğretim stratejileri:	Buluş yolu Araştırma-İnceleme yolu
Öğretim yöntem ve teknikleri:	Problem çözme- Beyin fırtınası- Soru-cevap
Etkinliğin amacı:	Yapılan etkinlikte öğrencilerin fen kazanımı olan gerilim ve akımı ilişkilendirebilmeleri hedeflenmektedir. Ayrıca öğrencilerin diğer fen kazanımlarını da uygulayabilmeleri beklenir. Etkinlik, matematik ve mühendislik becerilerini de içermektedir. Öğrencilerin ölçme vb. konuları içeren kazanımlar ile matematik becerilerini; yenilikçi düşünme becerileri ile de mühendislik becerilerini geliştirmeleri amaçlanmaktadır.
Ders akışı:	Giriş: 15 dakika Keşfetme: 35 dakika Açıklama: 10 dakika Derinleştirme: 100 dakika Değerlendirme: 40 dakika Toplam: 200 dakika
Bilgi temelli hayat problemi (BTHP):	Elâzığ Valisi Ömer Bey bölgeye atandığı 2021 yılından beri Elazığ için birçok projeler geliştirmiş ve uygulamıştır. Doğu Anadolu Bölgesi'nin deprem bölgesi olmasından dolayı depreme dikkat çekmek için de bir proje tasarlamak istemektedir. Bunun için diğer valilerle de görüşmeler yapıp neler yapılabileceği konusunda toplantılar düzenlemiştir. Bunun sonucunda Doğu Anadolu Bölgesi'nde yapılacak olan yeni konutlarda depremin fark edilmesini sağlayacak bir sistemin bulunması gerektiğine karar vermişler ve konutların buna uygun yapılmasını planlamışlardır. Bunun için mühendislerle ve mimarlarla görüşmeye başlamışlardır. Ayrıca deprem bölgesinde konutların nasıl olması gerektiği ile ilgili onlardan bir rapor hazırlamalarını istemişlerdir. Bu raporda deprem bölgesi evlerinin en fazla 4 katlı olması gerektiğine, en az sarsıntıyı bile fark edebilecek bir sistemin sarsıntı boyunca uyarı vermesi gerektiğine vurgu yapılmıştır. Ayrıca o bölgenin soğuk olmasından dolayı evlerin yalıtımlı olması ve çatıların kar birikimini önleyecek şekilde yapılması gerekmektedir. Mühendislere ve mimarlara buna uygun bir tasarım oluşturmaları için talimat vermişlerdir. Sınırlılıklar: 1.Binalarda depremin erken fark edilmesini sağlayacak duyarlı sensörler bulunmalı herkesin duyabileceği bir konumda olmalıdır.

	2.sensör görme ve işitme engellileri için hem ışık hem sesle uyarı vermelidir. 3.Tasarımdaki ev en fazla 4 katlı ve her kat en fazla 15 cm olmalıdır. 4.Verilen malzemelere göre en ekonomik şekilde uygulanmalıdır.															
Giriş:	 Öğrencilere “Daha önce herhangi bir depreme yakalandınız mı? Yakalandıysanız neler yaptınız veya yakalansanız deprem anında neler yaptınız?” diye sorular yöneltilir. Öğrencilere hayat üçgeni ile ilgili bir animasyon https://youtu.be/S1PEUG4Sj64 izletilir. (5dk) ☐ Daha sonra bilgi temelli hayat problemi EK-1 verilir. (4dk) ☐ Daha sonra heterojen olacak şekilde sınıf 7 kişilik 4 gruba ayrılır. (3dk) ☐ Her gruba takım isimleri verilir ve her gruptan aralarından bir kişiyi temsilci seçmeleri istenir. (3dk)															
Keşfetme:	☐ “Deprem anında depremden haberdar olmak için ne gibi çözümlere başvurursunuz?” diyerek öğrencilerin kafasında tasarımın canlanması sağlanır. (5dk) ☐ Sorular sorulduktan sonra öğrencilerin fikirleri alınır. Malzeme listesi EK-2 verilir ve bu malzemelerle ne gibi fikirler üretilebileceği konusunda öğrencilerin düşünmeleri beklenir. (5dk) ☐ Daha sonra gruplara çalışma kâğıtları EK-3 dağıtılır ve öğrencilerden konuyla ilgili araştırma yapmaları istenir. (15 dk) ☐ Öğrencilere çizim kağıdı EK-4 verilir ve öğrencilerden taslak bir çizim yapmaları beklenir. (10 dk)															
Açıklama:	☐ Öğrenciler yaptıkları çalışma kâğıtlarını ve elde ettikleri araştırma sonuçlarını grup arkadaşlarıyla paylaşarak tartışırlar. (5dk) ☐ Her grup temsilcisi söz alarak grup çalışmalarındaki bulguları diğer gruplarla paylaşırlar. Daha sonra öğretmen tartışmaların gidişatına göre öğrencilere geri dönüt verir. (5 dk)															
Derinleştirme:	☐ BTHP hatırlatılır ve öğrenciler kullanacakları malzemelerin maliyetini dikkate alarak hangilerini kullanacaklarına karar verirler. Ardından ürünün prototipini oluşturmaya başlarlar. ☐ Öğrencilere deneme tablosu EK-5 verilir. ☐ Öğrencilere EK-6 verilerek öğrencilerden soruların cevaplandırılması beklenir. (100 dk)															
Değerlendirme:	☐ Yapılan tüm ürünler değerlendirme standının üstüne konulur. (2 dk) ☐ Gruplardan, hazırladıkları prototip ürünleri sunmaları istenir. (15 dk) ☐ Değerlendirme standında her ürün için ayrı ayrı üçer deneme yapılır ve sonuçlar EK-7’ye not edilir. (10 dk) ☐ Öğrencilerin birbirlerine soru sormaları istenir ve öğrencilerden süreç içerisinde öğrendikleri bilgileri cevap olarak aktarmaları beklenir. (4 dk) ☐ Grupların akran değerlendirmesi yaparak grup arkadaşlarını rubriğe EK-8’e göre değerlendirmeleri beklenir. (2dk) ☐ Süreç EK-9’daki rubriğe göre değerlendirilir. (5dk) ☐ Ürünler rubriğe göre değerlendirilir ve gruplar arasından birinci seçilir. (2dk)															
Etkinlik fasikülünde olan bazı sorular:	Depreme hazırlıksız yakalandığınızda ne gibi tehlikelerle karşılaşırınız? Problemi tanımlayınız. Siz böyle bir sorunla karşılaştaysanız ne gibi çözümler üretirdiniz? Problemi çözümü için hangi meslek dallarından yardım alınabilir? Bir bina yapımında dikkat edilmesi gereken öncelikler nelerdir? Problemin çözümü ile ilgili tasarımınız için hangi bilgiye sahipsiniz? Problemin çözümü ile ilgili tasarımı için ne gibi bilgilere sahip olmanız gerekir? Araştırınız. Deprem bölgelerinde yapılacak evlerin ne gibi özelliklere sahip olması gerekmektedir? Araştırınız.															
Ekler:	Malzeme ve fiyat listesi Etkinlik fasikülü															
Ders planında bulunan örnek tablo:	<i>Test etme aşaması için hazırlanmış bir tablo</i> <table><tr><th>Deneme sayısı</th><th>Kullanılan malzeme ve nedenleri</th><th>Gözlemler</th></tr><tr><td>1. Deneme</td><td></td><td></td></tr><tr><td>2. Deneme</td><td></td><td></td></tr><tr><td>3. Deneme</td><td></td><td></td></tr><tr><td>4. Deneme</td><td></td><td></td></tr></table>	Deneme sayısı	Kullanılan malzeme ve nedenleri	Gözlemler	1. Deneme			2. Deneme			3. Deneme			4. Deneme		
Deneme sayısı	Kullanılan malzeme ve nedenleri	Gözlemler														
1. Deneme																
2. Deneme																
3. Deneme																
4. Deneme																

EK 10. Dördüncü Grubun STEM Ders Planı (kısaltılmıştır.)

ÇEVRE DOSTU KÖPRÜ (4. GRUP)

Sınıf:	8. sınıf
Ünite:	Elektrik Enerjisinin Dönüşümü
Konu/Kavramlar:	Elektrik enerjisinin ısı ve ışık enerjisine dönüşümü, elektrik enerjisinin hareket enerjisine ve hareket enerjisinin elektrik enerjisine dönüşümü, güç santralleri, elektrik enerjisinin bilinçli ve tasarruflu kullanımı
Kazanımlar:	F.8.7.3.2. Elektrik enerjisinin ısı, ışık veya hareket enerjisine dönüşümü temel alan bir model tasarlar. Öncelikle tasarımlarını çizimle ifade etmeleri istenir. Şartlar uygunsa üç boyutlu modele dönüştürmesi istenebilir. F.5.6.2.2. Yakın çevresindeki veya ülkemizdeki bir çevre sorununun çözümüne ilişkin öneriler sunar. F.8.7.3.4. Güç santrallerinin avantaj ve dezavantajları konusunda fikirler üretir. Güç santrallerinin yarar-zarar ve riskler yönünden değerlendirilmesine yönelik fikir üretmeleri ve bu fikirlerini savunmaları istenir. F.5.6.2.4. İnsan-çevre etkileşiminde yarar ve zarar durumlarını örnekler üzerinde tartışır. SB.7.7.4. Arkadaşlarıyla birlikte küresel sorunların çözümüne yönelik fikir önerileri geliştirir. TT. 7. C. 2. 7. Bir tasarım için gerekli yapısal özellikleri açıklar. Gerilme, esneme ve basınç faktörlerinin yapıların dayanıklılığını ne şekilde etkilediği vurgulanır. TT. 7. C. 2. 8. Yapısal özellikleri dikkate alarak bir tasarım yapar. Basit bir nesne kullanarak yapısal bir tasarım (kule, köprü vb.) oluşturulur. TT. 8. B. 1. 1. Tasarımı için taslak çizimler yapar. Gerçek hayatta karşılaştığı probleme ilişkin düşünülen çözüm önerisi kağıt üzerinde üç boyutlu olarak gösterilir.
Ders içim ayrılan süre:	40' + 40' + 40' + 40' + 40' + 40' + 40' + 40' + 40' :10 ders saati 10*40: 400 dk
Öğretim strateji, yöntem ve teknikleri:	* Buluş yoluyla * Araştırma inceleme * İş birlikli öğrenme * Yapılandırıcı * Tartışma * Soru cevap tekniği * Beyin fırtınası tekniği * Gözlem tekniği
Etkinliğin amacı:	Elektrik enerjisinin ısı, ışık ve hareket enerjilerine, hareket enerjisinin de elektrik enerjisine dönüşebileceğini deneyerek gözlemlemeleri (Hareket enerjisinden elektrik enerjisi elde edilmesi ve elde edilen enerjinin aydınlatmada kullanılabilmesi. El becerisi ve zihinsel becerilerini kullanarak aydınlatmaya sahip sağlam bir köprü oluşturabilmeleri), elektrik enerjisinin bilinçli ve tasarruflu kullanılmasına yönelik bilgi ve beceri kazanımları hedeflenmektedir.
Dersin akışı:	Giriş: 40 dakika Keşfetme: 40+40+40 dakika Açıklama: 40+40 dakika Derinleştirme: 40+40+40 dakika Değerlendirme:40 dakika

Giriş:

Öğretmen dersten bir gün önce öğrencilerine fen dersine yönelik bir tutum ölçeği dağıtır ve ölçeği doldurmalarını ister. Ek1.

Öğretmen dersin başında öğrencilerden 4 grup oluşturur, gruba bir isim vermelerini ve bir kişiyi temsilci seçmelerini ister. Grup isimlerini öğrenen öğretmen sınıfa bir video açar. <https://www.youtube.com/watch?v=NA6CEmgSNtY> video izletildikten sonra öğretmen “ Bugün gazetede bir haber okudum ve dikkatimi çekti ve sizinle bu haberi paylaşmak istiyorum ” dedikten sonra her gruba gazete haberinin ve sınırlılıkların olduğu kağıdı dağıtır. Gruptaki bireylerin kendilerini birer mühendis olarak hayal ederek gazete haberini okumalarını ister. Ek.2

Keşfetme:

Öğretmen, öğrenciler haberi okuduktan sonra onlara problemin ne olduğunu sorar ve cevaplar alınır ardından siz olsanız böyle bir durumda ne gibi çözüm yollarına başvurursunuz diye sorar ve öğrencilerin fikirlerini alır. Bu sırada malzeme listesini de dağıtır. Ek3. Daha sonra haberin yanında yer alan sınırlılıkları ve verilen malzeme listesini incelemeleri istenir. Bu malzemelerle ve sınırlılıklarla ne gibi özgün fikirler üretebilecekleri konusunda grup içinde düşünmeleri ve tartışmaları beklenir. Ardından her gruba araştırma yapabilecekleri bir çalışma kağıdı ve etkinlik kağıdı verilir. Ek4. Gerekli olan araştırmaları yapmalarını beklenir.

Açıklama:

Öğrencilerden yaptıkları araştırmaları grubuyla birlikte paylaşım içerisinde tartışmalarını sonra her bir grup temsilcisinin sırayla araştırmalarını sunmasını isteriz. Yaptıkları araştırmalar ile problemin çözümüne dair hangi

bilgilerden yararlandıklarını ve nasıl bir çözüm yolu bulduklarını sunarlar. Öğretmen her bir grubun çözüm yoluna ilişkin sorular sorar ve tartışma ortamı yaratır.

Derinleştirme:

Gazete haberi tekrar gündeme getirilir. Öğrenciler maliyete dikkat ederek kullanacakları malzemelere karar verirler. Prototip çizim kağıdı verilir. Ek5. Daha sonra prototip çizim kağıtlarına tasarlayacakları ürünün resmini çizmeleri istenir. Artık ürünün prototipini oluşturmaya başlarlar. Öğrenci geri dönüşü için Ek6. Verilir.

Değerlendirme:

Yapılan tüm prototipler değerlendirilmek için yan yana konulur. Her bir grup temsilcisinin hazırladıkları prototipi sunması istenir. Sunum esnasında diğer grupların öğrencileri prototipe yönelik sorular sorar ve sunumu yapan kişi süreç içinde edindikleri bilgi birikimi kullanarak soruları cevaplandırır. Prototip sınırlılıkları sağlıyorsa değerlendirmeye alınır ve prototipin çalışıp çalışmadığına bakılır. Herkesin kendi grubunu değerlendirebileceği bir ekran değerlendirme formu dağıtılır. Ek7. Öğretmen grupları süreç rubriğine göre değerlendirir. Ek8. Süreç sonunda bir birinci seçilir ve birinci olan takımın ürünü okulda sergilenir. Her şey bittikten sonra STEM uygulamadan hemen önce verilen fen dersine dair tutum ölçeği dağıtılır. Bu tutum ölçeği ile STEM uygulamalarının etkililiğini öğrenilir. Ek1

Haber yazısı:

Sınırlılıklar:

SON DAKİKA

STEM GAZETESİ

21 Aralık 2022

Faaliyete geçemeden yıkıldı !



Kuzey denizine bağlı "Maas" nehrinde yapımı tamamlanan köprünün yıkılması yapımı kadar uzun sürmedi. Şiddetli rüzgarlar sebebiyle yıkılmasının yanı sıra mühendis ihmallerinin de olduğu ortaya çıktı .

Yapımına 2021 yılında başlanan köprü aydınlatma için kullanılan yüksek elektrik giderleri ile dikkatleri üzerine çekmişti.

Dikkatleri üzerine çeken bir başka konu ise nehirde biriken çöplerin nehirde yaşayan canlılara zarar vermesi hatta balıkların ölümlerine sebep olmasıydı. İnsanlar artık ulaşımının aksamamasını istiyor . Doğa aktivistleri ise sudaki canlı yaşamına saygı duyulmasını .

Nehirde yüzen çöplerin nehrin diğer tarafına geçmemesi sağlanmalıdır. Nehirdeki canlıları olumsuz etkilemeyecek bir sistem kurulmalıdır. Köprü güvenli ve araçların gece kullanımına uygun olması için aydınlatma sistemine sahip olmalıdır. Enerjiyi üreten sistemin yerden yüksekliği en az 25 cm ve rüzgara dayanıklı olmalıdır. Çalışma kağıdında yer alan bazı sorular: Sürekli rüzgar alan bir bölgede köprü inşasında nelere dikkat edilmelidir? Yenilenebilir enerji

kaynakları nelerdir?

Su kirliliği canlıları nasıl etkiler?

Elektrik enerjisini nasıl üretebilirsiniz?

Ders planında yer alan örnek sorular:

1. İletken kabloları kullanarak 1 güç kaynağı , 4 ampulden oluşan seri \ paralel iki devre şeması çiziniz.

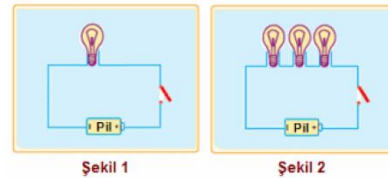
Seri bağlı



Paralel bağlı



2. Aşağıda verilen devreleri karşılaştırarak bağımlı ve bağımsız değişkenlerini bulunuz.



Bağımlı değişken :

Bağımsız değişken :

Kontrol değişkeni :

EK 11. Beşinci Grubun STEM Ders Planı (kısaltılmıştır.)

KENDİNİ TEMİZLEYEN CAM (5. GRUP)

Sınıf: 8.Sınıf

Ünite: Basınç

Konu alan adı: Fiziksel Olaylar

Konu: Basınç, katı basıncını etkileyen değişkenler, sıvı basıncını etkileyen değişkenler, basıncın günlük yaşam ve teknolojiye uygulamaları

Kazanımlar:

F.8.3.1.1. Katı basıncını etkileyen değişkenleri deneyerek keşfeder.

F.8.3.1.3. Katı, sıvı ve gazların basınç özelliklerinin günlük yaşam ve teknolojiye uygulamalarına örnekler verir.

a. Sıvı basıncı ile ilgili Pascal prensibinin uygulamalarından örnekler verilir.

b. Bilimsel bilgi türü olarak ilke ve prensiplere vurgu yapılır.

F.5.3.2.2. Sürtünme kuvvetinin çeşitli ortamlarda harekete etkisini deneyerek keşfeder.

Sürtünme kuvvetinin, pürüzlü ve kaygan yüzeylerde harekete etkisi ile ilgili deneyler yapılır.

M.5.2.1.6. Bir doğru parçasına paralel doğru parçaları inşa eder, çizilmiş doğru parçalarının paralel olup olmadığını yorumlar.

M.6.1.1.4. Doğal sayılarla dört işlem yapmayı gerektiren problemleri çözer ve kurar.

M.8.3.3.1. Eşlik ve benzerliği ilişkilendirir, eş ve benzer şekillerin kenar ve açı ilişkilerini belirler.

TT. 8. D. 1. 3. Tasarım planlama sürecini uygular.

TT. 8. D. 1. 4. Özgün tasarım modelini veya prototipini oluşturur.

TT. 8. D. 1. 5. Tasarladığı ürünü değerlendirir.

TT. 8. D. 1. 6. Tasarladığı ürünü (model veya prototip) yeniden yapılandırır.

TT. 8. D. 2. 1. Sergileyeceği ürün için tanıtım materyalleri hazırlar.

TT. 8. D. 2. 2. Sergileyeceği ürünü sunar.

G.8.1.8. Farklı teknik ve materyalleri bir arada kullanarak üç boyutlu çalışma yapar.

BT.6.5.2.13. Bir algoritmayı uyarlamak için en uygun karar yapılarını seçer.

BT.6.5.2.14. Farklı programlama yapılarını kullanarak karmaşık problemlere çözüm üretir.

BT.6.5.2.15. Tüm programlama yapılarını içeren özgün bir proje oluşturur.

Ders için ayrılan süre: 40+40+40+40 dakika

Materyaller ve donanımlar: PVC, japon yapıştırıcısı, bant, makas, maket bıçağı, mukavva, ayakkabı kutusu, şırınga, serum hortumu, sarı bez, sünger, mikrofiber bez, abeslang çubuk, streç film, led ışık, krokodil kablo, servo motor, ara kablo, aurdino kablo, Orion kart, pipet, akıllı tahta, projeksiyon aleti, bilgisayar, video

Strateji ve teknik:

- Problem çözme tekniği
- Soru yanıt tekniği
- Beyin fırtınası tekniği
- İşbirliğine dayalı öğrenme stratejisi
- Yapılandırmacı öğrenme stratejisi
- Buluş yoluyla öğretim stratejisi

Güvenlik Önlemleri:

- ☐ Mukavvayı delerken veya keserken falçata öğretmen eşliğinde kullanılmalıdır.
- ☐ Silikon tabancası ve yapıştırıcı kullanılırken eldiven giyilmelidir.

Etkinliğin amacı:

Bu etkinliğin amacı, öğrencilerin ciddi yaralanmalara sebep olan kazaların önüne geçebilmek

adına günlük hayattaki temizlik işlerinden biri olan cam silmeyi kolaylaştırabilmek için basıncı ve kodlamayı kullanarak hem hidrolik hem otomatik bir cam silme ürünü oluşturmaktır.

Dersin akışı:

Giriş (1E) 30dk

Keşfetme (2E) 60dk

Açıklama (3E) 30dk

Derinleştirme (4E) 30dk

Değerlendirme (5E) 10dk

Giriş:

Öğretmen derse girdikten sonra öğrencilerin dikkatini çekmek üzere birkaç soru sorar;

-Çok yüksek katlı binalarda camların nasıl temizlendiğini hiç düşündünüz mü? (Öğrencilerin cevap vermesi beklenir ve cam temizliğinin zorlukları ve riskleri üzerine öğrencilerle konuşulur.)

-İşlemekte olduğumuz basınç konusunu düşünelim, basınç yardımıyla bu sorunuza çözüm olabilecek nasıl bir sistem tasarlayabiliriz?

Öğretmen öğrencilerden aldığı dönütlere göre bu konuda neler yapılabileceğine dair alternatif çözüm önerileriyle ilgili öğrencilerle konuşur, bu problemin önemiyle ilgili öğrencilere bir video izletir. (Ek-1' deki video akıllı tahtadan öğrencilere izletir.)

Öğretmen Pascal prensibine dayalı olarak çalışan hidrolik sistemle ilgili öğrencilere yeni bir video daha izletir (Ek 1' deki 2.videoyu izletir) ve şu sorular yöneltir;

-Az önce izlemiş olduğunuz videodan yola çıkarak daha önce hiç hidrolik sistemle çalışan mekanizmalar gördünüz mü?

-Gözlemlediğiniz kadarıyla bu sistemlerin çalışma prensibi nedir?

(Bu projede robotik kodlama kullanılacağı için öğrencilere robotik kodlama konusunda bilgi verilir ve sorular yöneltir.)

-Sizce kodlamayı günlük hayatta hangi alanlarda kullanabiliriz?

-Kodlamayı bu konuda nasıl kullanabiliriz sizce?

-Kodlamanın avantajları nelerdir?

Gelen cevaplardan sonra öğrencilere problem senaryosu dağıtılır ve onlardan problemi okuyup açıklamaları istenir.

Keşfetme:

Bu kısımda öğretmen öğrencilerin ön bilgilerini ortaya çıkartmak ve yeni öğrenilecek konuya zemin hazırlamak için aşağıdaki soruları sorar;

-Problem senaryosundan yola çıkarak nasıl bir sistem tasarlayabiliriz?

-Bu sistemlerin en etkili biçimde çalışabilmeleri için nerelere dikkat etmeliyiz?

(Kodlamayı da dahil ederek yeni sorular yöneltir)

-Kodlamayı sisteminize nasıl dahil edebilirsiniz?

-Dahil ettiğiniz takdirde dikkat etmeniz gereken hususlar nelerdir, hangi materyalleri tercih etmeniz gerekir?

Öğretmen öğrencilerden bu soruları araştırarak cevap vermelerini bekler, almış olduğu dönütlerin ardından öğrencileri farklı özellikleri bakımından dengeli olacak şekilde altışarlı gruplara ayırılır. Öğrencilere dersin kazanımlarıyla ilgili olarak çalışma kağıtları dağıtılır. Ardından öğrencilere yapılacak olan projeyle ilgili bilgi verilir, gerekli materyaller dağıtılır ve sınırlılıklar belirtilir. Öğrencilerden grupça beyin fırtınası yapmaları ve en iyi tasarım bulup en etkili sistemi çizip, geliştirmeleri istenir. Bu aşamada öğrencilerden grup arkadaşlarıyla iş birliği ve etkili bir iletişim içinde olmaları beklenir. Öğretmen daha çok rehber rolündedir, öğrencilerin sorularını cevaplar ve takıldıkları yerlerde müdahale eder.

Açıklama:

Öğrenciler bu süreçte camı en temiz şekilde silebilmek için gerekli olan doğru materyali, Servo motoru kullanırken ihtiyaçları olan en doğru konum ve açığı vb. gibi önemli hususları bulmaya çalışırlar. Aynı zamanda tasarım aşamasında teknoloji tasarım, matematik ve görsel sanatlar gibi

disiplinleri en etkili ne şekilde kullanabileceklerini düşünürler. Edindikleri bilgiler ışığında grup arkadaşlarıyla birlikte beyin fırtınası yapar ve dikkat etmeleri gereken önemli hususları gözden geçirirler. Çalışma kağıtlarının son kısmında bulunan tasarımını çizimi kısmında, tasarımlarının son halini oluştururlar. Öğretmen bu süreçte dersin ilgili konu ve kazanımlarıyla alakalı olarak gerekli bilgileri verir, konuyu anlatır, öğrencilerin sorularını cevaplar, çalışma kağıdında yanıtlamış oldukları sorularda hatalar varsa geri dönütler verir ve öğrencileri rubrik ve değerlendirme aşamasının nasıl olacağı konusunda bilgilendirir.

Derinleştirme:

Öğrenciler yapmış oldukları çizimlerini belirledikleri malzemelerle tasarlamaya başlarlar. Bu aşamada yaptıkları prototipi ve kodlanmış sileceği sürekli denemeleri ve öğretmenin geri dönütleriyle eksiklerini tamamlayıp probleme uygun prototipi en iyi şekilde hazırlamaya çalışırlar. Yanlış öğrenilen veya hata yapılan kısımlar öğretmenin müdahaleleriyle düzeltilir. Kodlama hakkında eksik öğrenilmiş kısımlar için öğretmen tarafından tekrar kısaca bahsedilir. Öğrencilerin son düzeltmeleriyle istenilen sürede artık çalışmalarını tamamlamaları beklenir.

Değerlendirme:

Sunum için yapılan prototipler masada toplanır. Her grup kendi projesini sunar. Sonrasında diğer gruplar tarafından çalışmaların eleştirilmesi yapılır. Öğrencilerden projeyi tasarlarlarken hangi fen, matematik ve teknoloji tasarım kavramlarını kullandıkları sorulur. Bu sorular ile öğrencilerin eğlendikleri bu etkinlikte fen ve matematik kavramlarının nasıl ele aldıklarını incelemek, hayatımızın içindeki gündelik yaşantımızda kullandığımız eşya ve yapıların altında fen matematik kavramlarının önemli bir rolü olduğunu gösterir. Diğer derslerde anlatılan kodlama kısmının uygulaması da yapılmış olur. Tüm grupların tasarladıkları ürünleri, rubriklerde belirtilen özelliklere en uygun olan silecek modeline göre karşılaştırılır ve karar verilir. Sıvı basıncının nasıl sağlandığı, yapılan sistemin nasıl çalıştığı kodlamanın sisteme uyumu tartışılır. Bu tartışmanın ardından öğrencilere, etkinlikte mühendislik ve teknolojiyi nasıl deneyimledikleri, kodlama yaparken neler yaşadıkları sorulabilir. Ayrıca öğrencilere malzeme seçerken nelere dikkat ettikleri, malzemenin günlük hayatımızda kullandığımız eşyalardaki önemi, endüstri ve malzeme mühendisliklerinin neler yaptığı araştırma ve tasarım yapmanın süreci nasıl etkilediği, takım çalışması ve iş birliğinin neden gerekli olduğu sorularak mühendislik ve 21. yüzyıl becerilerinin üzerinde durulur.

Son olarak bu etkinlikte teknolojinin nasıl ele alındığı tartışılabilir. Araştırma, tasarlama, oluşturma aşamalarında kullanılan teknoloji türlerine dikkat çekilerek teknolojinin sadece bilgisayar, tablet ve telefondan ibaret olmayıp günlük yaşantımızda ev temizliğinde kullandığımız herhangi bir araç da teknolojinin bir parçası olduğu tartışılabilir.

DERS PLANINDA KULLANILAN GÖRSELLER



Sevgili TEGG;

Ben Feyza, 13 yaşımdayım. İstanbul'da bir rezidansın 9.katında ailemle birlikte yaşıyorum. Her ay düzenli olarak rezidans camlarını silmeye görevliler geliyor. Ben onları gördüğüm zaman gerçekten çok endişeleniyorum. İşlerinin hiç de kolay olmadığı aşikâr. Çünkü camları silerken uzun süre yüksekte asılı kalıyorlar. Hem çok zorlanıyorlar hem de düşme riski ile burun buruna geliyorlar. Bazı zamanlarda da akşam saatlerinde çalışmak zorunda kalan görevli abiler camları temizlerken lekeleri görmekte zorluk yaşıyorlar. Evimize gelen temizlik görevlisi abla da camın iç yüzeyini silerken oldukça zorlanıyor. Bugün de haberlerde bir temizlik görevlisinin cam silerken asansörde sisteminde teknik arıza çıktığını ve saatlerce havada asılı kaldığını gördüm. Geçen gün okula giderken reklam panolarında sizin yapmış olduğunuz ev projelerini gördüm. Afişte müşterilerinizin sizin için ne kadar önemli olduğu ve onlara daha iyi hizmet sunabilmek için uğraştığınız yazıyordu. O yüzden bana yardım edebileceğinizi düşünerek sizlere bu mektubu yazmaya karar verdim. Dileğim insan gücü dışında çalışan bir can silme düzeneği... Umarım bu mektubu dikkate alırsınız, sizlere güveniyorum ve ben de elimden gelen her şeyi yapmaya hazırım.

Sınırlılıklar:

- 1) En az 1 adet Servo motor kullanılmalıdır.
- 2) Camın her iki tarafı da en iyi şekilde silinmelidir.
- 3) Hidrolik cam sileceği En az 4 santimetre ilerlemelidir.
- 4) Camın aydınlatılması sağlanmalıdır.
- 5) Sistem olumsuz hava koşullarına dayanıklı olmalıdır.
- 6) Düzenekte su akışı sağlayacak sistem kurulmalıdır.

RUBRİK

Dayanıklılık
Maaliyet
Yaratıcılık
Estetik
Takım çalışması
Girişimcilik
Temiz çalışma
Görev dağılımı
Özgünlük
Test edilebilirlik
Zaman kullanımı

CALIşMA KAĞIDINDAKİ BAZI SORULAR

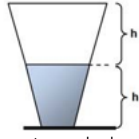
İnsanlar cam silerken ne gibi problemlerle karşılaşabilir?

Çok yüksek katlı binaların, rezidansların, camları silinirken sizce nasıl bir sistem uygulanıyor ve uygulanan sistemler yeterince güvenilir midir?

Cam silmek için sizler nasıl bir tasarım yaparsınız hem daha güvenilir hem de daha pratik bir iş çıkarmış olurdunuz?

Bu tasarımı yaparken hangi alanlardan, meslek gruplarından yardım alınabilir?

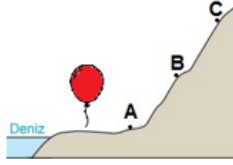
Aşağıdaki kap yarısına kadar su dolu ve ağızı kapalı bir kaptır.



1. Kap ters çevrildiğinde zemine yapılan basınç nasıl değişir?

2. Kap ters çevrildiğinde kabın tabanındaki sıvı basıncı nasıl değişir?

3. Kap ters çevrildiğinde içindeki gaz basıncı nasıl değişir?



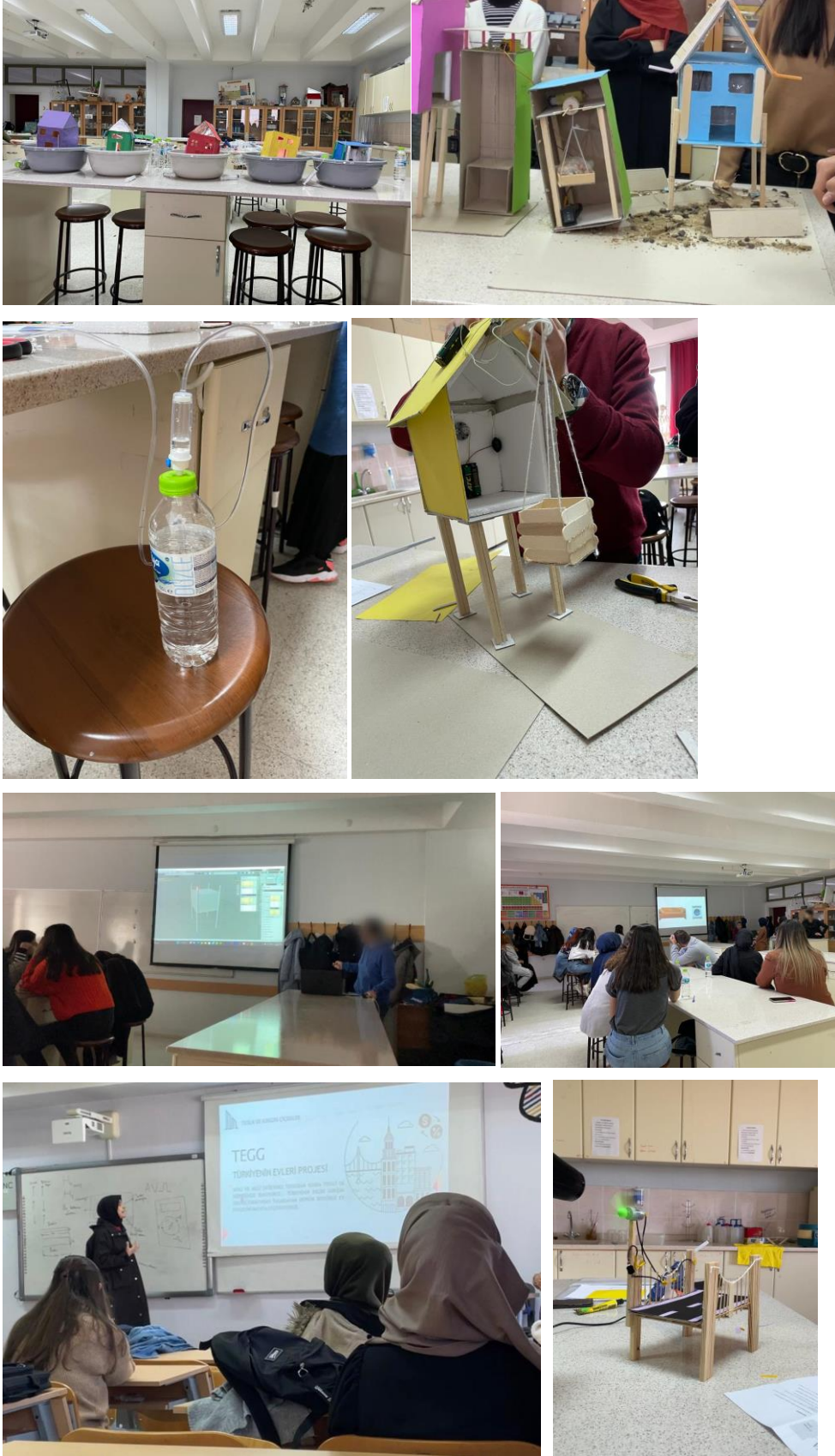
- Aşağıdaki uçan balon A, B ve C noktalarından geçmektedir.

1. Balonun bu noktalardaki hacimlerini karşılaştırınız?

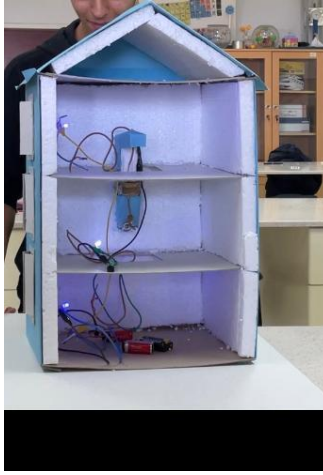
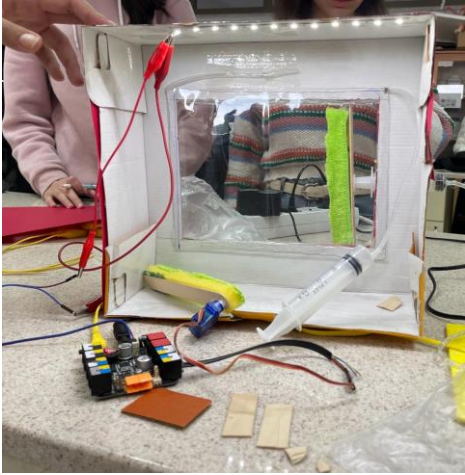
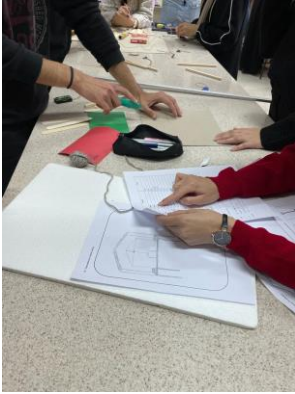
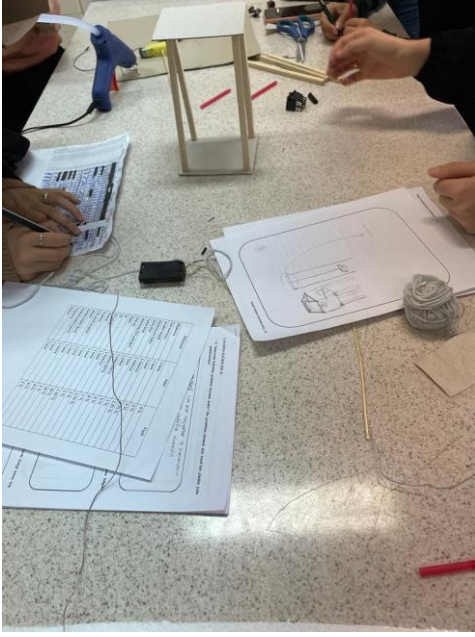
2. Balonun bu noktalardaki iç basınçlarını karşılaştırınız?

BASINÇ...	Artar	Azalı
Kışın tekere zincir takılması		
Kamyon teker sayısının fazla olması		
Raptiyenin ucunun sivri olması		
İş makinelerinin paletli olması		
Bıçağın keskin olması		
Trenlerin tekerlerinin ince olması		
Sivri topuklu ayakkabı		
Kar ayakkabısının geniş olması		
Traktör arka tekerinin geniş olması		
Ağzımızdaki kesici dişler		
Tavuk ayağının perdesiz olması		

EK 12. Uygulamaya Sürecine Ait Görseller



EK 12. (Devam) Uygulamaya Sürecine Ait Görseller



EK 12. (Devam) Uygulamaya Sürecine Ait Görseller

