

Esra DUYGU

Yüksek Lisans Tezi

KÜ 2018

T. C.

KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SİMÜLASYON TABANLI SORGULAYICI ÖĞRENME ORTAMINDA

FeTeMM EĞİTİMİNİN BİLİMSEL SÜREÇ BECERİLERİ VE FeTeMM

FARKINDALIKLARINA ETKİSİ

Esra DUYGU

MAYIS 2018

KIRIKKALE

T. C.

KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SİMÜLASYON TABANLI SORGULAYICI ÖĞRENME ORTAMINDA
FeTeMM EĞİTİMİNİN BİLİMSEL SÜREÇ BECERİLERİ VE FeTeMM
FARKINDALIKLARINA ETKİSİ

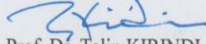
Esra DUYGU

MAYIS 2018

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalında Esra DUYGU tarafından hazırlanan SİMÜLASYON TABANLI SORGULAYICI ÖĞRENME ORTAMINDA FeTeMM EĞİTİMİNİN BİLİMSEL SÜREÇ BECERİLERİ VE FeTeMM FARKINDALIKLARINA ETKİSİ adlı Yüksek Lisans Tezinin Anabilim Dalı standartlarına uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Murat DEMİRBAŞ
Anabilim Dalı Başkanı

Bu tezi okuduğumu ve tezin **Yüksek Lisans Tezi** olarak bütün gereklilikleri yerine getirdiğini onaylarım.





Prof. Dr. Talip KIRINDI
Danışman

Jüri Üyeleri

Başkan (Danışman) : Prof. Dr. Talip KIRINDI

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Harun ÇELİK

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Tezcan KARTAL

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

Bu tez ile Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onaylamıştır.

Prof. Dr. Mustafa YİĞİTOĞLU
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü



CANIM AİLEME...

ÖZET

SİMÜLASYON TABANLI SORGULAYICI ÖĞRENME ORTAMINDA FeTeMM EĞİTİMİNİN BİLİMSEL SÜREÇ BECERİLERİ VE FeTeMM FARKINDALIKLARINA ETKİSİ

DUYGU, Esra

Kırıkkale Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Talip KIRINDI

Mayıs 2018, Sayfa: 156

Bu çalışmanın amacı, simülasyon tabanlı sorgulayıcı öğrenme ortamında gerçekleştirilen FeTeMM eğitiminin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine ve FeTeMM farkındalık durumlarına etkisini araştırmaktır. Ayrıca öğrencilerin FeTeMM etkinlikleri ve bu etkinliklerde simülasyonların kullanımı hakkındaki görüşleri değerlendirilecektir.

Araştırmanın çalışma grubu, Fen Bilgisi Öğretmenliği programına kayıtlı Genel Fizik Laboratuvarı III dersini alan 39 öğrenciden oluşmaktadır. Uygulama hafta da iki ders saati üzerinden gerçekleştirilmiş ve her bir etkinliğe iki hafta ayrılmıştır. Çalışma amaçları doğrultusunda nicel ve nitel verilerin bir arada kullanıldığı karma araştırma deseni kullanılmıştır. Bu kapsamda araştırmanın nicel boyutunda tek grup ön test-son test deneysel desen kullanılırken araştırmanın nitel boyutunda ise betimsel araştırma yöntemi kullanılmıştır.

Çalışmanın nicel verileri, ön test-son test şeklinde uygulanan "Bilimsel Süreç Beceri Testi" ve "FeTeMM Farkındalık Ölçeği" aracılığıyla toplanmıştır. Nitel boyutta ise öğrencilerin uygulamalar hakkındaki görüşlerini belirlemek amacıyla yarı yapılandırılmış "FeTeMM Görüşme Formu" kullanılmıştır. Nicel verilerin analizinde ilişkili (bağımlı) t-testi yapılırken nitel verilerin analizi ise içerik analizi tekniği ile

yapılmıştır. Nicel verilerin analiz sonuçlarına göre simülasyon tabanlı sorgulayıcı öğrenme ortamında gerçekleştirilen FeTeMM eğitimi, öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin gelişiminde ve FeTeMM farkındalık durumları üzerinde olumlu etkiye sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Öğrenci görüşleri de bu sonuçları destekler niteliktedir. Öğrenciler görüşlerinde FeTeMM eğitiminin öğrenmeye etkisi kapsamında beceri gelişimi sağladığı, bilgiyi desteklediği ve derse karşı tutum ve motivasyonu artırdığı yönünde olumlu görüş belirtmişlerdir. Ayrıca öğrenciler, FeTeMM etkinliklerinde kullanılan simülasyon programının, mühendislik ürünü tasarlama ve geliştirme, deney yapma ve hataları aza indirme gibi önemli avantajlar sağladığını ifade etmişlerdir. Bunun yanı sıra programın etkili kullanılmaması ve programda var olan sınırlılığı birer dezavantaj olarak görmüşlerdir.

Anahtar Kelimeler: Sorgulamaya dayalı öğrenme; fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM); simülasyon; bilimsel süreç becerileri; farkındalık.

ABSTRACT

THE EFFECT OF STEM EDUCATION ON SCIENCE PROCESS SKILLS AND STEM AWARENESS IN SIMULATION BASED INQUIRY LEARNING ENVIRONMENT

DUYGU, Esra

Kırıkkale University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Mathematics and Science Education, Master's Thesis

Supervisor: Prof. Dr. Talip KIRINDI

May 2018, Page: 156

The aim of this study is to investigate the effect of STEM education on students' scientific process skills and STEM awareness situations in simulation based inquiry learning environment. In addition, students' ideas about STEM education and the use of simulations are be evaluated.

The study group consists of 39 students who attended the General Physics Laboratory III course, which is registered in the Science Teacher Education Program. The practice was conducted over two lesson hours per week and each two hours of class time are allocated for each activity. For the purposes of this study, a mixed-method study using quantitative and qualitative data was used. In this context, a single group pre-test-post-test experimental design was used in the quantitative dimension of the research and descriptive research method was used in the qualitative dimension of the research.

Quantitative data of the study were obtained in the form of pre-test-post test using "Scientific Process Skills Test" and "STEM Awareness Scale". In the qualitative dimension, a semi-structured "STEM Interview Form" was used to determine students' views about applications. In the analysis of quantitative data, the paired samples t-test was conducted and qualitative data was analyzed using content

analysis technique. According to the results of quantitative data analysis, STEM education conducted in simulation based inquiry learning environment has shown that students have a positive impact on the development of scientific process skills and on STEM awareness situations. The opinions of the students also support these results. While students expressed their positive ideas in the context of the influence of root education on learning, they also mentioned the difficulties faced in the training of STEM. In addition, students stated that the simulation program used for STEM education has significant advantages such as designing and developing engineering products, making experiments and minimizing errors. In addition, they pointed out that the program is not used effectively and that the limitation of the program is a disadvantage.

Keywords: Inquiry based learning; science, technology, engineering, and mathematics (STEM); simulation; scientific process skills; awareness

TEŞEKKÜR

Bana bu konuda araştırma imkânı sağlayan, çalışmalarım süresince beni her zaman destekleyip, cesaretlendiren ve yol gösteren değerli hocam ve danışmanım Sayın Prof. Dr. Talip KIRINDI'ya en içten saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin hazırlanma sürecinde benden bilgi ve deneyimlerini esirgemeyerek bana zaman ayıran, büyük sabır ile her sorumu dinleyen, bilimsel çalışmalara katılmamı sağlayan, engin tecrübe ve bilgileriyle beni yönlendirip, cesaretlendiren değerli hocam Sayın Prof. Dr. Uğur SARI'ya en içten saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Lisans eğitimimden bu yana, ihtiyacım olan her alanda bilgi ve deneyimlerini esirgemeyen, bilimsel çalışmalara katılmamı sağlayan hocalarım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Figen DURKAYA'ya ve Sayın Dr. Öğr. Üyesi Harun ÇELİK'e saygı ve teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca tez çalışmam sırasında bilgi ve birikimini esirgemeyerek bana yol gösteren ve zaman ayıran hocam Sayın Arş. Gör. Ömer Faruk ŞEN'e teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans eğitimim sırasında bilgi ve görüşleriyle destek olan ve bilimsel araştırmalardaki uyumlu çalışmalarıyla bana yoldaşlık eden arkadaşım Mısra ALICI'ya ve lisans eğitimimden bu yana her daim yanımda olan, can dostlarım Ayşe TURHAN'a ve Mustafa ÇAL'a en içten duygularıyla sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak beni bugünlere getiren, maddi ve manevi her koşulda yanımda olan, sabır ve hoşgörü ile destekleyen çok kıymetli annem Dönüş DUYGU'ya, babam Ahmet DUYGU'ya ve desteklerini her zaman hissettiğim biricik kardeşlerim Yasin ve Esin DUYGU'ya en içten duygularıyla teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa

ÖZET.....	İ
ABSTRACT	İİİ
TEŞEKKÜR.....	V
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	VI
ÇİZELGELER DİZİNİ	İX
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	X
SİMGELER DİZİNİ.....	XI
1.GİRİŞ	1
1.1. Problem Durumu	2
1.2. Araştırmanın Amacı ve Önemi	4
1.3. Problem Cümlesi	6
1.4. Alt Problemler	6
1.5. Sınırlılıklar	6
1.6. Tanımlar	7
1.7. Kısaltmalar	7
1.8. Varsayımlar	8
2. KURAMSAL ÇERÇEVE	9
2.1. Fen Eğitimi ve FeTeMM (Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik).....	9
2.2. FeTeMM Eğitiminin Amaçları	13
2.3. 21. Yüzyıl Becerileri	13
2.4. Bilimsel Süreç Becerileri.....	14
2.5. Entegre FeTeMM Eğitimi.....	16
2.6. Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Stratejisi ve FeTeMM Eğitimi.....	18
2.7. Sorgulayıcı Öğrenme Ortamında Simülasyon (Benzeşim) Kullanımı ve FeTeMM Eğitimi.....	23
2.8. Literatür Taraması	26
3. YÖNTEM	30

3.1. Araştırmanın Modeli	30
3.2. Materyalin Geliştirilmesi	33
3.2.1. Öğrenci Kazanımları	34
3.3. Uygulamanın Yürütülmesi.....	37
3.3.1. Sor (Ask) Aşaması.....	40
3.3.2. Planla (Plan) Aşaması.....	41
3.3.3. Keşfet (Explore) Aşaması	41
3.3.4. Oluştur (Construct) Aşaması.....	44
3.3.5. Yansıt (Reflect) Aşaması	46
3.4. Çalışma Grubu	47
3.5. Veri Toplama Araçları.....	48
3.5.1. FeTeMM Farkındalık Ölçeği (FFÖ).....	48
3.5.2. Bilimsel Süreç Beceri Testi (BSBT)	49
3.5.3. FeTeMM Görüşme Formu (FeTeMM-GF)	50
3.6. Verilerin Analizi.....	50
3.6.1. FeTeMM Farkındalık Ölçeğine İlişkin Analiz	51
3.6.2. Bilimsel Süreç Beceri Testine İlişkin Analiz.....	51
3.6.3. FeTeMM Görüşme Formunun Analizi.....	52
4. BULGULAR VE YORUM.....	53
4.1. Nicel Bulgular	53
4.2. Nitel Bulgular.....	57
4.2.1. " FeTeMM'in Öğrenmeye Etkisi" Ana Temasına Ait Bulgular ve Yorum.....	58
4.2.2. "FeTeMM Eğitiminde Güçlükler" Ana Temasına Ait Bulgular ve Yorum.....	75
4.2.3. "FeTeMM Eğitiminde Simülasyon Kullanımı" Ana Temasına Ait Bulgular ve Yorum.....	83
5. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER.....	90
5.1. Sonuç ve Tartışma	90
5.1.1. Birinci Alt Probleme Yönelik Sonuç ve Tartışma	90
5.1.2. İkinci Alt Probleme Yönelik Sonuç ve Tartışma	91
5.1.3. Üçüncü Alt Probleme Yönelik Sonuç ve Tartışma	93

5.1.4. Dördüncü Alt Probleme Yönelik Sonuç ve Tartışma.....	97
5.2. Öneriler	98
KAYNAKLAR.....	100
EKLER.....	126



ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
3. 1. Araştırma deseni	31
3. 2. Araştırma boyutunda izlenen adımlar	32
3. 3. Etkinliklere ait kazanımlar ve FeTeMM boyutları	35
3. 4. Araştırmanın uygulama süreci	39
3. 5. Sorgulamaya dayalı öğrenme sürecinde FeTeMM Eğitimi işlem basamakları..	40
3. 6. Çalışma grubu öğrencilerinin demografik özellikleri	48
4. 1. Çalışma grubu öğrencilerinin betimsel istatistik analiz sonuçları.....	53
4. 2. Öğrencilerin olumlu boyut ön test-son test puanlarına ilişkin bağımlı (ilişkili) t-testi sonuçlarının karşılaştırılması.....	55
4. 3. Öğrencilerin olumsuz boyut ön test ve son test puanlarına ilişkin bağımlı (ilişkili) gruplar t-testi sonuçlarının karşılaştırılması.....	55
4. 4. Öğrencilerin ön test ve son test puanlarına ilişkin bağımlı (ilişkili) gruplar t- testi sonuçlarının karşılaştırılması	56
4. 5. FeTeMM eğitimi ve etkinliklerin uygulanmasına ait ana tema ve alt temalar ...	58
4. 6. "FeTeMM'in Öğrenmeye Etkisi" ana temasına altında yer alan alt temalar, kodlar ve frekanslar	59
4. 7. "FeTeMM Eğitiminde Güçlükler" ana temasına altında yer alan alt temalar, kodlar ve frekanslar	76
4. 8. "FeTeMM Eğitiminde Simülasyon Kullanımı" ana teması altında yer alan alt temalar, kodlar ve frekanslar	84

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil

Sayfa

2. 1. Sorgulama Sürecinin Görsel Sunumu	22
3. 1. Crocodile Physics simülasyon programı	38
3. 2. Çalışma grubuna ait simülasyon programında tasarlanan deney örnekleri	42
3. 3. Çalışma grubuna ait mühendislik tasarım ürünü örnekleri.....	45
3. 4. Çalışma grubu yansıt aşaması örnekleri.....	47



SİMGELER DİZİNİ

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklama
Cohen d (d)	Etki Büyüklüğü
N	Örneklem Sayısı
SS	Örneklemin Standart Sapması
χ	Örneklemin Ortalaması
p	Anlamlılık Düzeyi
sd	Serbestlik Derecesi

KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar	Açıklama
AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AR	Artırılmış Gerçeklik
BSB	Bilimsel Süreç Becerileri
FeTeMM	Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik
K-12	Kanada, ABD ve Avustralya'da ilk, orta ve lise dengi okulların siteleri için belirlenmiş bir standarttır.
MEB	Milli Eğitim Bakanlığı
NRC	National Research Council (Ulusal Araştırma Konseyi)
NSF	National Science Foundation
OECD	The Organisation for Economic Co-operation and Development (Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü)

P21	Partnership for 21st Century Skills
PISA	Program for International Student Assessment (Uluslararası Öğrenci Başarısını Belirleme Programı)
STEM	Science, Technology, Engineering, Mathematics (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik)
TTKB	Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı
TIMSS	Trends in International Mathematics and Science Study (Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması)



1.GİRİŞ

Amerika Birleşik Devletleri (ABD) ve Avrupa Birliği (AB) gibi küresel ekonomik güçleri de içeren dünyanın birçok ülkesi, eğitim sistemlerini inovasyon çağında rekabetçi olmak için dönüştürmektedir (Fensham, 2008). Eğitim sistemi dönüşümleri yenilik stratejileri, girişimcilik vurgusu gibi özellikleri kapsayarak yeni bir vizyon kazandırma amacını taşımaktadır. Bilime meraklı, üretken, inovasyona açık, girişimci, problem çözücü ve hayat boyu öğrenen, meraklı bireyler eğitilmeli ve eğitimde ortaya çıkan yeni ihtiyaçların karşılanması gerekmektedir. Furner ve Kumar (2007), ümit vaat eden bir eğitim sistemi olarak daha uygun, daha az parçalanmış ve öğrenenler için daha uyarıcı deneyim fırsatları sunan entegre bir müfredatın kullanılmasını önermişlerdir. Bu nokta da FeTeMM eğitiminin sahip olduğu özellikler inovasyon çağının gerektirdiği bir eğitim anlayışına cevap olduğu görülmüştür. FeTeMM eğitimi disiplinleri bir araya getiren, etkili ve kaliteli öğrenmeye, günlük yaşama ilişkin deneyimlere ve askeri, ekonomik, üst düzey düşünmeyi içeren bir yaklaşımdır (Yıldırım ve Altun, 2015). FeTeMM girişimlerinin asıl amacı FeTeMM öğretmenlerinin sayısını ve kalitesini arttırmaktır; böylece iyi eğitim görmüş öğretmenler daha fazla öğrencinin 21. yüzyıl becerilerini geliştirmesine ve yenilik yapma kapasitesine yardımcı olabilir (Partnership for 21st Century Skills, 2009).

Birçok ülke, eğitim reformları FeTeMM ve FeTeMM'in öğretimine olan ilginin artırılmasına odaklanmaktadır. The Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD]'in kurucu üyelerinden olan Türkiye, AB üyeliği için büyük reformlarla standartları karşılayarak aday bir ülke olarak görülmektedir. Son on yılda kaydedilen önemli gelişmelere rağmen, nüfus başına araştırma geliştirme işgücü sayısı halen OECD ülkelerinin en düşük seviyelerindedir (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2009). Türkiye'de FeTeMM alanlarında kullanılacak yetkinlikleri gerektiren iş alanlarında çalışacak olan işgücü için 2023 yılında beklenen FeTeMM mezunlarının doğru ve etkin bir şekilde iş kollarına katılımının sağlanması önem taşımaktadır (PwCTürkiye ve TÜSİAD, 2017). Dolayısıyla ülkeler, FeTeMM eğitiminin kalitesini yükseltmek için önemli fonlar ayırmaya hazırlanırken, Türkiye'de öğretmen eğitim programlarının kalitesini

artırmak için yapılacak her yatırım oldukça önemli bir adım olacaktır. Böylelikle hem Türk eğitim sisteminin tarihsel seçkin yapısının üstesinden gelmek için bir adım atılmış olup hem de her çocuğa kaliteli bir FeTeMM eğitimi ve yenilikçi olma şansı sunulacaktır.

FeTeMM disiplinlerinin eğitim reformları, Türkiye'nin ekonomik rekabet gücü için kritik öneme sahiptir. Çünkü Türkiye'de insan sermayesinin yenilik verimliliği diğer gelişmiş ülkelerin gerisinde kalmaktadır. (Türkiye Bilimler Akademisi, 2010). Bu durum göz önünde bulundurularak ABD ve AB ülkelerinde gerçekleşen yenilik stratejileri ve eğitim politikalarına benzer düzenlemeler bizim ülkemizde de geliştirilmeye başlanmıştır. Vizyon 2023 projesi (Serbest, 2005) ile eğitim hedefleri belirlenmiş olup, FeTeMM eğitiminin kalitesini ve işlevini artırmak adına bir gündem oluşturulmuştur. Bununla beraber, Milli Eğitim Bakanlığı (2016)'nın FeTeMM eğitimi raporuna göre, Trends in International Mathematics and Science Study [TIMSS] ve Program for International Student Assessment [PISA] gibi sınavların sonuçlarının daha iyi hale gelebilmesi için ülkemizde FeTeMM eğitiminin öncelikli olarak ele alınması gerektiği vurgusu yapılmaktadır. FeTeMM eğitime ağırlık verilebilmesi için öncelikli olarak FeTeMM eğitimi etkili bir şekilde uygulayabilecek öğretmenlerin yetiştirilmesi gerekmektedir. Nitelikli FeTeMM öğretimi yapabilecek öğretmenlerin yetiştirilmesi, gelecekte öğrencilerinin yapacakları tercihler açısından önem kazanmaktadır (Hacıömeroğlu, 2017).

1.1. Problem Durumu

FeTeMM fen, teknoloji, matematik ve mühendislik disiplinlerini öğreten entegre bir yaklaşım olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle fen öğretmenlerinin tüm FeTeMM konularıyla ilgili içerik bilgisine sahip olmalarının yanı sıra FeTeMM entegrasyonunu sınıflarında uygulamak için yeni öğretim stratejileri, teknikleri ve becerileri geliştirmeleri gerekir. Fen öğretmenleri FeTeMM entegrasyonunu öğretmek için gerekli bilgi ve tecrübeyi kazanmaya devam etmek, fen derslerinde FeTeMM entegrasyonunun uygulanmasında soruna hitap eden kilit bir reform stratejisi olarak kabul edilmektedir (Loucks-Horsley vd., 2003). Türkiye'de FeTeMM disiplinlerinde etkili bir eğitimin uygulanabilmesi için mevcut fen öğretmenlerine ve

fen öğretmen adaylarına önemli bir görev düşmektedir. Çünkü FeTeMM disiplinleri alanlarında uzmanlaşacak insan gücünün yetiştirilmesi öğretmenlerimiz sayesinde olacaktır.

Teknoloji çağı olan günümüzde fen bilimleri ve ona ait alt bilim dalları daha çok objektif, akılcı, bilimsel ve teknolojik araçlarla donatılmış modern bir dünya görüşünün alt yapısını oluşturmaktadır (Ayvacı ve Bebek, 2018). Özellikle fiziğin çalışma metotları ve elde ettiği sonuçlar diğer bilim dallarını etkilemekte ve bu özelliğinden dolayı pratikte geniş uygulama alanları bulmaktadır (Nalçacı vd., 2011). Fizik, varlığı inceleyen, deneysel gözlemler ve ölçümler sonucunda evrende meydana gelen olayları yorumlayan bir bilim dalıdır (Serway, 1995). Fizik dersi kavramsal temeller üzerine oturtulmuş geniş spektrumlu bir bilim dalı olmasına rağmen, bu ders genellikle formüllere boğulmuş bir ders olarak görülmekte ve bu şekilde anlatılmaya çalışılmaktadır (Bozkurt ve Sarıkoç, 2008). Dolayısıyla öğrenciler tarafından soyut kavramları içeren sayısal bir ders olarak görülmekte ve bu nedenle anlaşılması ve anlatılması zor bir ders olarak düşünülmektedir. Fizik öğretimi açısından düşünüldüğünde, sadece temel kavramların formüllere dayandırılıp konu anlatımı yapılması ve uygulamalar sırasında öğrencilerin pasif durumda kalmaları etkili öğrenmeyi gerçekleştirmenin mümkün olmadığını göstermektedir. Fizik konularının alt başlığı olan geometrik optik konusunun da içerdiği kanun ve kavramların görsel hale getirilip, günlük hayatla ilişkilendirilerek anlatılması özellikle öğrencilerin derse karşı ilgilerini artırmada oldukça önemlidir. Bu bağlamda eğitim öğretim kurumlarında yeni yaklaşımlar ve uygulamaların hayata geçirilmesi bir zorunluluk ortaya çıkarmaktadır (MEB, 2009). Literatür incelendiğinde fiziğin öğretilmesindeki ve öğrenilmesindeki sorunlara yönelik olarak; programda yer alan kavramların soyutluğuna (Bozkurt ve Sarıkoç, 2008), disiplinlerarası etkileşimin sağlanmamasına (Azar, 2003; Gökçe ve Demirhan, 2005; Eraslan, 2008) ve öğrencilerin olumsuz tutumlarına (Özkan ve Azar, 2005; Kurnaz ve Yiğit, 2010) bağlı olduğunu belirten çalışmaların olduğu görülmüştür. Bu noktada FeTeMM eğitiminin, geometrik optik konularının işlendiği Genel Fizik Laboratuvarı III dersi kapsamında gerçekleştirilen laboratuvar uygulamaları sırasında verilmesi ihtiyaç haline gelmiştir.

Milli Eğitim Bakanlığı (2016), FeTeMM eğitim raporunda öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının hizmet içi eğitim kapsamında ve eğitim fakültelerinde

alacakları bütünleşik öğretmenlik bilgilerini güçlendirici eğitimlerle FeTeMM eğitimi becerileri artırmak için yapılan çalışmaların çok yetersiz olduğu belirtilmiştir. FeTeMM eğitimi alanında yapılan çalışmalarda fen disiplini temel alarak fizik konularını içeren birçok çalışmaya rastlanmıştır. Ancak yapılan bu çalışmalarda öğrencilere geometrik optik konusunu, sanal laboratuvar ortamında test etme fırsatı sunulmamıştır. Yine gerçekleştirilen çalışmalar göz önünde bulundurulduğunda simülasyon tabanlı sorgulayıcı öğrenme ortamı içerisinde FeTeMM eğitimine yer verilmediği tespit edilmiştir.

FeTeMM eğitimi ile ilgili yüksek kalitede FeTeMM entegrasyonu mesleki gelişim programlarının nasıl yürütüleceği konusunda yöneticilere, araştırmacılara ve uygulayıcılara kritik bilgi sunma noktasında önemli olduğu düşünülmektedir. Ayrıca öğretmen adaylarının FeTeMM eğitimi ve etkinliklerini derslerinde kullanmaları sonucu kazanacakları bilgi, birikim, beceri, görüş ve FeTeMM eğitime karşı farkındalık durumlarının araştırılması önemli bir adım olacağı belirlenmiştir.

1.2. Araştırmanın Amacı ve Önemi

Bu araştırmanın amacı, simülasyon tabanlı sorgulayıcı öğrenme ortamında gerçekleştirilen FeTeMM eğitiminin öğrencilerin FeTeMM farkındalık durumlarına ve bilimsel süreç becerilerine etkisini araştırmaktır. Buna ek olarak öğrencilerin, gerçekleştirilen FeTeMM eğitimi ve uygulamaları sırasında kullanılan simülasyon programı kullanımı hakkındaki görüşlerini incelemek olarak belirlenmiştir.

FeTeMM'in içerdiği alanlara karşı farkındalık oluşturmak ve geliştirmek, gelecek neslin bu alanlarda işgücüne katılmaları açısından oldukça önem taşımaktadır (Knezek vd, 2013). Bu noktada öğretmen ve öğretmen adaylarının zamanında gerekli beceri, bilgi ve birikimin kazandırılması gerekmektedir. Yapılan araştırmalarda öğretmen adaylarının FeTeMM çalışmalarında daha çok FeTeMM tabanlı geliştirilmiş programlara katılım gösterdiği ortaya çıkmaktadır (Bracey ve Brooks, 2013; Pinnell vd., 2013; Yıldırım ve Altun, 2015; Akaygün ve Aslan-Tutak, 2016; Özçakır-Sümen ve Çalışıcı, 2016; Kızılay, 2016; Çınar vd., 2016; Tarkin-Çelikkıran ve Aydın-Günbatır, 2017). Ancak bunun yanında uluslararası literatürde hem öğretmen hem de öğretmen adaylarına yönelik yapılmış birçok çalışmada

FeTeMM'e yönelik inanç ve alguların tespiti, yeterlilik algularını ve kendilerini yetiştirmek üzere bir dizi etkinliklerin yer aldığı araştırma gerçekleştirmiştir (Wang vd., 2011; Nadelson vd., 2012). Akaygün vd. (2015), Çınar vd. (2016) ve Aslan-Tutak vd. (2017) gibi FeTeMM farkındalıklarının incelenmesi üzerine yapılan çalışmalar ulusal alanda bilim insanlarının bu konu üzerinde durmaya başladığını göstermektedir. Hutton ve Baumeister (1992), farkındalık düzeyinin artması tutum ile davranış ilişkisini güçlendirdiği sonucunu ortaya çıkardığını belirtmişlerdir. Dolayısıyla öğretmen eğitiminde FeTeMM eğitime karşı farkındalığın belirlenmesi önemli bir durum haline gelmiştir.

Bilimsel süreç becerileri, fen bilimlerinde öğrenmeyi kolaylaştıran, araştırma yol ve metotlarını kazandıran, bireylerin aktif olmasını sağlayan, öğrenmenin kalıcılığını artırarak kendi öğrenmelerinde sorumluluk alma duygusunu geliştiren temel beceriler olarak ifade edilmektedir (YÖK, 1997). Lind (1998) ise bilimsel süreç becerilerini bilgiyi üretmede, problemleri çözmeye ve elde edilen sonuçları analiz etmek için kullanılan beceriler olarak tanımlamaktadır. Alan yazın incelendiğinde, FeTeMM eğitimi kapsamında geliştirilen etkinliklerin özellikle öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirdiği ile ilgili sonuçların elde edildiği birkaç çalışmanın olduğu görülmüştür (Strong, 2013; Yamak vd., 2014). Bu çalışmalar sonucunda FeTeMM etkinliklerinin bilimsel süreç becerileri üzerinde olumlu etki yarattığı ortaya çıkmıştır. Çavaş vd. (2013) FeTeMM temelli ders etkinlikleri aracılığıyla öğrencilerin bilişsel, duyuşsal ve devinimsel boyutta becerileri ve başarıları geliştirilerek fenne yönelik anlamlı öğrenmeleri sağlanabileceğini belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarına lisans eğitimleri sırasında bu becerilerin kazandırılması gelecekte sınıflarında sorgulama yaparak fenne karşı anlamlı öğrenmeleri sağlayacağı düşünüldüğünde önemli bir durum haline gelmektedir. Bu noktada yapılan bu çalışma, FeTeMM eğitiminin öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkiyi ortaya çıkarmak adına literatüre katkı sağlayacağı söylenebilir.

Araştırma, uygulamanın yapıldığı laboratuvar ortamında simülasyon tabanlı sorgulayıcı öğrenme çerçevesinde gerçekleştirilen FeTeMM eğitimi, öğrencilerin FeTeMM eğitime olan farkındalıklarını, bilimsel süreç becerilerinin gelişimini ve uygulamaya ilişkin görüşlerini süreç içerisindeki değişimi gösterecek bir çalışmadır.

Dolayısı ile yapılan bu çalışma, öğretmen adayların meslek hayatlarında yol gösterici olacağı ve mesleki gelişimlerine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

1.3. Problem Cümlesi

Simülasyon tabanlı sorgulayıcı öğrenme ortamında gerçekleştirilen FeTeMM uygulamalarının öğrencilerin FeTeMM farkındalıklarına ve bilimsel süreç becerilerine etkisi nasıldır?

1.4. Alt Problemler

1. Öğrencilerin uygulama öncesi ve sonrasındaki FeTeMM farkındalık durumları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık var mıdır?
2. Öğrencilerin uygulama öncesi ve sonrasındaki bilimsel süreç becerileri durumları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık var mıdır?
3. Öğrencilerin simülasyon tabanlı sorgulamaya dayalı FeTeMM eğitimi hakkında ki görüşleri nelerdir?
4. Öğrencilerin FeTeMM uygulamalarında simülasyon programı kullanımı hakkındaki görüşleri nelerdir?

1.5. Sınırlılıklar

- Bu araştırma 2016-2017 eğitim-öğretim yılında Kırıkkale ilinde bulunan Kırıkkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği 2. Sınıf öğrencilerinden elde edilen verilerle sınırlıdır.
- Sunulan içerik açısından araştırma, Genel Fizik Laboratuvar III dersi "Işığın Yansıması", "Aynalar", "Işığın Kırılması", "Mercekler" ve "Aynalar ve Merceklerin Bir Arada Kullanılması" öğrenme alanlarında simülasyon tabanlı sorgulayıcı öğrenme ortamına yönelik hazırlanan etkinlikler ile sınırlıdır.

- Araştırma, Fen Bilgisi Öğretmenliği bölümünde bulunan (A şubesi) 39 öğrenci ile sınırlıdır.
- Araştırma bulguları, nicel ve nitel boyutta elde edilen verilerin analizi ile sınırlıdır.

1.6. Tanımlar

Bilimsel Süreç Becerileri: Fiziksel bilimlerde (kimya, fizik, biyoloji, gökbilim, yerbilim...) öğrenmeyi kolaylaştıran, aktif öğrenci katılımını sağlayacak, öğrencilerin kendi öğrenmelerinde sorumluluk alma duygusunu geliştirdikleri, öğrenmedeki kalıcılığını arttıran ve ayrıca öğrencilere araştırma yolları ve yöntemleri kazandırmak, yani bir bilim adamı gibi düşünmeyi ve davranmayı sağlayan becerilerdir (Raj ve Devi, 2014).

FeTeMM Eğitimi: Bireylerin ilgi ve deneyimleri neticesinde şekillenen ve merkezde bulunan disipline ait bilgi ve becerilerin en az bir başka FeTeMM disiplini ile bütünleştirilerek öğretilmesi olarak tanımlanmaktadır (Çorlu, Capraro ve Capraro, 2014).

Simülasyon (Benzeşim) : Simülasyonlar gerçek ya da teorik sistemlerin kontrol edilebilir modellerini içeren bilgisayar programlarıdır (Thomas ve Hooper, 1991).

Sorgulamaya Dayalı Öğrenme: Sorular sorarak, araştırarak ve bilgileri analiz ederek öğrenme ve verileri yararları bilgilere dönüştürme sürecidir (Perry ve Richardson, 2001).

1.7. Kısaltmalar

- Bilimsel Süreç Beceri Testi: BSBT
- FeTeMM Farkındalık Ölçeği: FFÖ
- FeTeMM Görüşme Formu: FETEMM-GF

1.8. Varsayımlar

- Araştırmada kullanılan veri toplama araçlarına öğrencilerin samimi bir şekilde yanıt verdiği varsayılmıştır.
- Araştırma sırasında öğrencileri etkileyecek yönlendirmelerin yapılmadığı varsayılmıştır.



2. KURAMSAL ÇERÇEVE

2.1. Fen Eğitimi ve FeTeMM (Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik)

Bilim, gerçeği ve bilgiyi bilimsel yöntemler kullanarak ve düzenleyerek evrenin kavrama ve tanımlanma sürecidir (Çepni, 2015). Fen bilimleri de aynı amaçla doğadaki varlıkları ve olayları incelemektedir. Ayrıca ülkelerin ekonomik ve bilimsel anlamda gelişmesinde de büyük bir öneme sahiptir. Bundan dolayı ülkeler bilimsel ve teknolojik gelişmelerden geri kalmamak ve ilerlemenin sürekliliğini sağlamak için bilgi ve teknoloji üretebilen bireyler yetiştirmek amacıyla fen bilimleri eğitimine özel bir önem vermektedirler (Ayas, 1995; Ünal, 2003).

Çok sayıda rapor, gençlerin istihdam ihtiyaçlarına ilişkin olarak uygun fen ve teknoloji eğitimi sağlamak için eğitim sistemindeki başarısızlık konusunda uyarıda bulunmaktadır (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization [UNESCO], 2015; European Commission [EC], 2016). Bu noktada fen bilimleri eğitimi geliştirmek için birçok girişimler meydana gelmiştir. Bu girişimlerin çoğunluğu, yapılan değişimlere uygun yeni öğretim programlarının geliştirilmesi şeklinde gerçekleşmiştir (Ayas vd., 1993; Ayas, 1995). Hazırlanan öğretim programlarında ülkelerin ihtiyacı olan bireylerin özelliklerine göre planlama ve bir önceki programda ki eksik yönlerin giderilmesine yönelik güncellemeler yapılmaktadır. Ülkemizde ise son güncelleme Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı (TTKB) tarafından 17.07.2017 tarihli karar ile alınmıştır. Alınan bu karara göre İlköğretim Fen Bilimleri Dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar) Öğretim Programı, gerekli değerlendirmeler ve incelemeler neticesinde Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar) olarak güncellenmiştir (MEB, 2017). Güncellenen Fen Bilimler Dersi Öğretim Programı'nın amacı "bireysel farklılıkların ne olursa olsun tüm öğrencilerin fen ve teknoloji okuryazarı olarak yetiştirilmesi" olarak belirlenmiştir (MEB, 2005; 2013; 2017). Ayrıca disiplinlerarası ilişkilendirme sağlanmasına olduğu gibi bireylerde buluş ve inovasyon yapabilme seviyesine ulaştırma ve beceri gelişimine de vurgu yapılmıştır. MEB (2013) öğretim programında olduğu gibi, MEB (2017)'de de alana özgü becerilerde bilimsel süreç becerileri ve yaşam becerilerine yer verilmiştir. Yine

MEB (2013) öğretim programında yer verilen girişimcilik kavramı, 2017 yılı Fen Bilimleri Öğretimi Programı'nda da girişimcilik vurgusunun doğrudan yapılması, önemini koruduğunu hatta ilginin arttığını göstermiştir (Deveci, 2017). Girişimciliğin, problemleri yaratıcı bir şekilde çözüme ile ilişkisi vurgulanırken, temelinde yaratıcılık, merak, hayal gücü, risk alma ve işbirliğinin olduğu belirtilmiştir (Zhao, 2014). Böylelikle bireyler kendilerini toplumsal sorunlara karşı sorumlu hisseder, yaratıcı ve analitik düşünme becerileri yardımıyla bireysel veya takım çalışmasıyla alternatif çözüm önerileri üretebilirler (Çelik vd., 2015). MEB (2017)'de yer alan alana özgü becerilere bir yenisi olan mühendislik ve tasarım becerilerinin de eklenildiği görülmüştür. Mühendislik ve tasarım becerileri alanı, fen bilimlerini teknoloji, matematik ve mühendislik disiplinleriyle bütünleştirmeyi sağlayarak öğrencilere problem çözüme ve inovasyon gerçekleştirme kabiliyeti kazandırılmasını içermektedir (MEB, 2017). Bu beceri alanı sayesinde düşünmeyi, çözüm bulmayı, en önemlisi de üretmeyi amaç edinen bireylerin ülkemize kazandırılması desteklenmiştir. Bu sayede çağın gerekliliğini yerine getirebilecek nitelikli neslin yetiştirilmesi hedef haline getirilmeye çalışılmıştır.

İçinde bulunduğumuz 21.yüzyılda genel olarak her alanda hızlı bir ilerleme olmakla birlikte bilim ve teknoloji alanında ki gelişmeler modern hayatın her alanını etkilemektedir. Bu noktada gelecekte karşılaşabileceğimiz sorunlara da çözüm üretmek için temel bir rol oynamaktadır. Bilim ve teknolojiadaki bu hızlı ilerlemenin takipçisi olmanın ötesinde, bilim ve teknoloji dünyasında var olmak için hem günümüzde hem gelecekte en etkili anahtar role sahip disiplinler fen, teknoloji, mühendislik ve matematiktir (National Research Council [NRC], 2012). Bu nedenle yetiştirilen neslin bireyleri sözü geçen disiplinleri günlük yaşamda kullanabileceği bilgi ve becerilere sahip olması gerekmektedir. Belirtilen bu gereksinimlerin kazandırılması adına son yıllarda eğitim alanında özellikle de fen eğitimi çalışmalarında yeni öğretim programları ortaya çıkmıştır. Öğrencileri bütüncül bir şekilde eğitmeyi amaçlayan, onlara çağın gerektirdiği 21. yüzyıl becerilerini kazandırmayı hedefleyen FeTeMM eğitimi de bu yeni programlardan biridir.

Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik eğitiminin İngilizce kısaltması olan STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics), ilk olarak Amerika Ulusal Bilim Vakfı (National Science Foundation [NSF])'nda Eğitim ve İnsan Kaynakları müdürü olan Dr. Judith Ramaley tarafından 2001 yılında

belirlenmiştir (Chute, 2009). Ülkemizde ise STEM'in Türkçe karşılığı olan FeTeMM (Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik) ismi Çorlu vd. (2012) tarafından önerilmiştir.

FeTeMM eğitimi, bireylerin ilgi ve deneyimleri neticesinde şekillenen ve merkezde bulunan disipline ait bilgi ve becerilerin en az bir başka FeTeMM disiplini ile bütünleştirilerek öğretilmesi olarak tanımlanmaktadır (Çorlu vd., 2014). Genel bir ifadeyle FeTeMM eğitimi, barındırdığı disiplinlerin günlük hayatta karşılaşılabilecek bir problem ile içerik arasında ilişki kurularak kaynaştırılmaya çalışılmasıdır. FeTeMM eğitimi özellikle yaratıcılık ile birleştirildiğinde, ulusal statülerini ve güçlerini güçlendirmek isteyen tüm ülkeler için büyük önem taşımaktadır. Yenilik, yaratıcılığı kapsadığında bir ülke ekonomisini, iş imkânı ve iyi bir yaşam standardı sağlayarak yönlendirmektedir.

Dünyanın önde gelen ülkeleri, yenilikçi endüstrilere sahip olmalı ve nitelikli FeTeMM mezunlarını problemleri yaratıcı bir biçimde çözmeye ve küresel olarak rekabet etmeye davet etmektedirler. Bunu yapmak için, bir ülkenin yaratıcı FeTeMM öğrencilerine ihtiyacı vardır. Bu nedenle, bireylere FeTeMM konularını tanıtmak ve onları bu alanlarda çalışmalar yapmaya motive etmek zorunlu bir hal almaktadır. Öğrencilerin fenne yönelik tutumları ile ilgili kaygı yeni değildir (Osborne vd., 2003) ve farklı faktörler araştırılmıştır. Araştırmalar, fen öğreniminin gerçekleştiği ortamın, öğrencilerin daha sonraki bir aşamada geliştirecekleri tutumlarla doğrudan ilişkili olduğunu ortaya koymuştur (Aldridge ve Fraser, 2000; Puacharearn ve Fisher, 2004). Bu nedenle, olumsuz tutumların geleneksel fen öğretimi yaklaşımları (Oh ve Yager, 2004) ve ezberci öğrenme ile ilişkili olduğu görülmektedir (Hacieminoğlu, 2016). Öğrencilerin fen ile ilgili olumlu tutumlarını artırmak ve fen ile ilgili bir kariyer için isteklerini teşvik etmek amacıyla FeTeMM (Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik) önerileri hız kazanmıştır. FeTeMM eğitimi fikri, bu disiplinlerin, gerçek dünyada problem çözme üzerine uygulandıkça öğretimi bütünleştirildiği ve koordine edilerek kavramsallaştırılmasıdır (Sanders, 2009). Bununla birlikte, bu model karmaşıktır ve içeriğin nasıl organize edilmesi, öğretilmesi, değerlendirilmesi gerektiği ve eğitimin hangi aşamada uygulanmasının daha uygun ve faydalı olacağına dair bir fikir birliği yoktur (Pitt, 2009). Heil vd. (2013) tarafından yürütülen FeTeMM programlarının kapsamlı incelemesinde yazarlar, FeTeMM programlarının tasarım ve uygulamasını yönlendiren ampirik çalışmaların ve teorik

çerçevelerin bulunmadığına işaret etmektedir. FeTeMM önerilerinin çoğu müfredat dışı bir programda uygulanması ve genellikle ortaokulda tasarlanması ve uygulanması yönündedir (Toma ve Greca, 2018). Türkiye'de mevcut bulunan fen öğretimi programları içerisinde FeTeMM eğitime yönelik ayrı bir vurgu henüz bulunmamaktadır. Ancak özellikle 2005, 2013 ve 2017 fen öğretimi programlarında nitelikli bireyler yetiştirilmesi adına fen okuryazarlığı vizyonu doğrultusunda fen bilimleri alanındaki araştırma-sorgulama, eleştirel düşünme, problem çözme, karar verme, girişimcilik, takım çalışması, sorumluluk, fen ve kariyer bilinci, mühendislik ve tasarım gibi güncel konular öğretim programlarına dâhil edilmiştir (MEB, 2005; 2013; 2017). Bu da FeTeMM eğitiminin zemininin oluşturulmaya çalışıldığını göstermiştir. Tabii bu düzenlemeler gerçekleştirilirken öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının da kendilerini bu alanda geliştirmeli ve gerekli kazanımlar açısından farkındalıkları olmalıdır. Tipik bir öğretmen, her gün bir grup öğrenciyi organize etmesi, yönetmesi ve çeşitli konularda belirlenmiş müfredat bilgilerini öğrenmesini sağlamak için yaratıcılığa gerekli önemi vermez. Öğretmenler yaratıcılığın önemini (düşünce sürecimizin bir parçası olduğunu) anlamalı ve öğretimlerine dâhil etmelidir. Sınıflarında yaratıcı öğretim teknikleri ve materyalleri kullanabilmelidir. Ayrıca çocukları (her yaştan) yenilikçi fikirleri ifade etmeye ve sorunları yaratıcı çözümler aramaya teşvik etmelidirler.

FeTeMM hazırlık öğrencilerine daha fazla ihtiyaç duyulduğunu gösteren kanıtlar ezici olsa da orta öğretim sonrası eğitim de bu talebi karşılamak için çok az şey yapılmıştır. Thomasian (2011), FeTeMM kariyer olanaklarının % 17 oranında artması beklense de, birçok yüksek öğretim kurumunun üretimini artırmadığını belirtti. Yakın tarihte yayınlanmış bir raporda FeTeMM alanlarına tüm öğrencileri daha iyi hazırlamak ve FeTeMM meslekleri için hazırlanan mezunların sayısını artırılması için yeni öğretmen hazırlama programları ve mesleki gelişim ihtiyaçlarının önemi vurgulamaktadır (Thomasian, 2011). National Science Board (2007) önümüzdeki on yılda K-12 okullarında 2,2 milyon yeni öğretmene ve topluluk eğitim ayarlarına ihtiyaç duyulacağını bildirdi. Bu yüzden gelecekte en büyük ihtiyaç, FeTeMM alanlarında yetiştirilen ve kendilerini bu konu da geliştiren öğretmenler olacaktır.

2.2. FeTeMM Eğitiminin Amaçları

FeTeMM eğitimi, çoğunlukla fen ve matematik disiplinlerine odaklanmakla beraber teknoloji ve mühendislik alanlarını da içermektedir (Bybee, 2010a). FeTeMM eğitiminin amacı, disiplinler arasında ilişki kurarak öğrenmenin bütüncül bir yaklaşım ile gerçekleştirilmesidir (Smith ve Karr-Kidwell, 2000). Böylelikle bireyler kazandıkları bilgileri yaşamlarına aktarabilecek ve var olan yeteneklerini geliştirecektir. Ayrıca FeTeMM eğitimi, ülkelerin bilim insanı, teknoloji uzmanı, mühendis ve matematikçi gibi güçlü bir ihtiyacın karşılanma amacını da taşımaktadır. Bu amaçla yürütülen FeTeMM uygulamaları ile 21. yüzyılın yeni fikirlerini, yeni ürünlerini ve tümüyle yeni endüstrilerini yaratacak olan bilim insanları, teknoloji uzmanları, mühendisler ve matematikçiler yetişecektir (Department for Education and Skills, 2006; Holdren vd., 2010). Bu anlamda, FeTeMM eğitiminin önemli amaçlarından biri yenilikçilik becerileri yüksek bir nesil yetiştirmektir (Çorlu, 2012).

Thomas (2014)'e göre FeTeMM eğitiminin amaçları: (1) İş dünyası için FeTeMM okuryazarlığına sahip bireyler yetiştirmek, (2) FeTeMM alanında yeterli donanıma sahip olabilmek, (3) Ülke ekonomisine katkı sağlayan üretimler yapabilmek, (4) Geleceğin mesleklerine uyum sağlayabilmek olarak belirlenmiştir. Thomasian (2011)'a göre ise, FeTeMM eğitiminin iki temel amacı bulunmaktadır. Bu amaçlardan ilki üniversite düzeyinde fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarında eğitim alacak öğrenci sayılarının artırılmasıdır. İkinci hedef ise, temel FeTeMM bilgisi alanında tüm öğrencilerin yeterliliklerinin artırılmasıdır. Belirtilen her iki hedef de bireylerin ülke ekonomisinin küresel rekabet gücünü artırmak ve bireylerin kariyerlerinde meslek seçimlerinde seçenek sunarak yardımcı olmak için hazırlandığı görülmüştür.

2.3. 21. Yüzyıl Becerileri

Yoğun rekabete dayalı günümüz küresel ekonomik koşullarında toplumların iktisadi kalkınmalarını sürdürebilmeleri, refah düzeylerini yükseltebilmeleri ve kültürel varlıklarını devam ettirebilmeleri; kendi kültürel değerlerini özümsemiş,

yeni bilgi ve becerilerle donatılmış, hem özgüven sahibi hem de farklı kültürlere karşı saygılı bir insan gücü potansiyeline sahip olmalarını gerektirmektedir (MEB, 2011). Bu noktada öğrencilerin sorunlar hakkında fikir sahibi olmaları ve toplumda aktif bireyler olarak rol almaları için çağın gerektirdiği becerileri 21. yüzyıl becerileri ile kazandırılacağı düşünülmektedir.

21. yüzyıl becerileri genel olarak, öğrencilerin bilgi çağında başarılı olabilmeleri için geliştirmeleri gereken üst düzey becerileri ve öğrenme eğilimlerini ifade eder. Ancak bu beceriler için genel bir tanım kullanmak zordur (Şahin vd., 2014). Partnership for 21st Century Skills [P21] (2009), 21. yüzyıl öğrenci becerilerini; öğrenme ve yenilik becerileri (yaratıcılık, yenilik, eleştirel düşünme, problem çözme, iletişim, işbirliği), bilgi, medya ve teknoloji becerileri (enformasyon okuryazarlığı, medya okuryazarlığı ve teknoloji okuryazarlığı), yaşam ve kariyer becerileri (esneklik, adapte olabilirlik, girişkenlik, kendini yönetme, sosyal ve kültürlerarası beceriler, üretkenlik, sorumluluk, liderlik) şeklinde ana ve alt temaları biçiminde belirtmiştir. Ayrıca Cisco / Intel / Microsoft'un sponsor olduğu proje Assessment ve Teaching of 21st Century Skills (Griffin vd., 2012), 21.yüzyıl becerilerini ise; bilgi, beceri, tutum, değerler ve etik olmak üzere dört grup üzerinden ele almıştır.

21. yüzyıl becerilerine sadece araştırmacılar, uygulayıcılar ve politikacılar değil öğrenmenin olduğu bütün alanlar tarafından da verilmesi gereken önem oldukça dikkat çekmektedir. Bireylere bu özelliklerin kazandırılması ve yaşama hazırlanmaları açısından yükseköğretim kurumlarının rolü büyüktür (Washer, 2007). Yükseköğretim kurumlarının eğitim fakülteleri öğretmen adaylarının yetiştirilmesi açısından ayrı bir öneme sahiptir. Öğretmen adaylarının, çağın gerektirdiği gibi eğitim almaları, 21. yüzyıl öğrenci özellikleri konusundaki farkındalıklara sahip olmaları yetiştirecekleri insan gücü içinde elzem bir durum oluşturmaktadır.

2.4. Bilimsel Süreç Becerileri

Bilimsel süreç becerileri (BSB), fiziksel bilimlerde (kimya, fizik, biyoloji, gökbilim, yerbilim...) öğrenmeyi kolaylaştıran, aktif öğrenci katılımını sağlayacak, öğrencilerin kendi öğrenmelerinde sorumluluk alma duygusunu geliştirdikleri,

öğrenmedeki kalıcılığını arttıran ve ayrıca öğrencilere araştırma yolları ve yöntemleri kazandırmak, yani bir bilim adamı gibi düşünmeyi ve davranmayı sağlayan becerilerdir (Raj ve Devi, 2014). Sorular sorma, hipotez kurabilme, araştırma, model geliştirme, verilerin yorumlanması ve analizi, sonuçların verilere bağlanması ve bulguları başkalarıyla paylaşması gibi bilimsel uygulamalara katılan öğrenciler, çevrelerinin bilgi ve açıklamalarına yardımcı olabilirler (Michaels vd., 2008). Bu nedenle, fen derslerini öğretmede önemli bir yöntemdir.

Birey, bilgi edinme yollarını kullanarak bilgiye sistematik bir düzen sayesinde erişmektedir. Kullanılan bu düzen aslında yaşantı sürecince tüm bireyler tarafından takip edilmektedir. İşte bilgi edinme yollarından biri olan bilimsel süreç becerileri, rast gele değil belli bir süreç ile ilerlemektedir.

Bilimsel süreç becerileri, eleştirel düşünme ve sorgulama temelli araştırmaların yapı taşlarıdır. (Ostlund, 1992). Bilimsel süreç becerileri, bilim içeriği bilgisi ve bilimsel araştırmanın öğretilmesi için gereklidir, zira bilimsel süreç becerileri hakkında zayıf bir anlayışa sahip olan öğretmenlerin kendileri hakkında olumlu bir tutum takınmaları olasılığı düşüktür ve bu nedenle, onları öğrencilerine öğretme olasılığı daha düşüktür (Cain, 2002).

Eğitimde yapılandırmacı felsefeyi kabul eden Türkiye, 2005 yılından itibaren birincil hedefi öğrencilerin bilimsel bilgi kazanmaktan ziyade becerileri kazanmaları olmuştur (MEB, 2005). Bu nedenle geleneksel sınıf uygulamaları öğrencilerin fikirlerini test etmek ve bilgilerini tasarlamak için araştırmalar yapma fırsatı verilerek birer bilim adamı gibi hareket etmesine olanak sağlayan yapılandırmacı bir hale gelmiştir. Fen derslerinde etkin olarak kullanılan laboratuvar çalışmalarının öğrenciler üzerinde önemli bir yeri olduğu eğitim camiasında kabul edilmektedir. Sorgulayıcı öğrenme yaklaşımı işte bu nokta da bilimsel süreç becerilerini öğrencilere kazandırılmasında etkili hale gelmiştir. Sorgulayıcı öğrenme ortamında yürütülen laboratuvar derslerinde öğrenciler, sorgulama yaparken nesnelere ve olayları açıklar, sorular sorar, açıklamalar yapar. Bu açıklamaları mevcut bilimsel bilgiye karşı test eder ve fikirlerini başkalarıyla paylaşırlar. Hipotezleri belirler, olaylara eleştirel ve mantıksal düşünce kullanarak alternatif açıklamalar yaparlar. Böylece, öğrenciler bilimsel bilgiyi akıl yürütme ve düşünme becerileri ile birleştirerek bilim anlayışlarını geliştirirler (NRC, 1996b).

Çoğu çalışmada, bilimsel süreç becerilerine sahip olmayan öğretmenlerin sınıflarında sorgulama yapmak için daha az donanımlı oldukları belirtilmektedir (Lotter vd., 2007; Marshall vd., 2009; Aka vd., 2010). Benzer şekilde, bu becerilere aşina olmayan ya da az ilgi duyan öğretmenlerin, sorgulamaya dayalı bilim öğretmesi de olası değildir. Öğretmenlerin bilimsel süreç becerilerindeki yetkinliğinin de bilime karşı olumlu bir tutum takındığı bulunmuştur (Bilgin, 2006). Dolayısıyla geleceği şekillendirecek öğretmenlerin donanımlı bir şekilde yetiştirilmeleri önemli bir durum haline gelmiştir.

2.5. Entegre FeTeMM Eğitimi

Entegre FeTeMM eğitimi, fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin dört disiplinini, gerçek dünya sorunları arasındaki bağlantılara dayanan bir sınıf, birim veya ders haline getirme çabasıdır. Daha spesifik olarak, FeTeMM entegrasyonu, matematik veya fennin entegrasyonu ve uygulanması yoluyla anlamlı öğrenme gerektiren ilgili teknolojilerin geliştirilmesi için bir araç olarak mühendislik tasarımına katılan öğrencileri ifade eder.

FeTeMM entegrasyonu 1900'lü yılların ilerleyen eğitim hareketlerinden itibaren var olmakta (örn., Dewey, 1938b) ve son zamanlarda sosyo-bilişsel araştırma hareketi olarak bilinmektedir (NRC, 2000). Bu nedenle, yüksek kaliteli entegre FeTeMM öğrenme deneyimleri öğrencilerin başarısızlıktan öğrenmelerine ve yeniden tasarıma katılmalarına izin vermektedir. Mühendislik tasarım zorluklarına öğrencilerin dâhil edilmesi, öğrencilerin kişisel olarak karşılaşılabileceği mühendislik zorlukları için alakalı bağlamları kullanmasına, uygun bilim ya da matematik içeriğinin öğrenmesine ve kullanmasına, öğrenci merkezli pedagojileri kullanarak içeriğe dâhil edilmesine, iletişim becerileri ve takım çalışmasına teşvik etmeyi içerir (Moore vd., 2014). FeTeMM entegrasyonunun uygulanması, bir veya daha fazla eğiticiyi (Roehrig vd., 2012), bir veya daha fazla sınıfı (Berlin ve White, 1995) içerebilir ve tamamlanması için farklı zaman süreleri gerektirebilir (Isaacs vd., 1997).

İçerik ve mühendislik düşüncesini bütünleştirmenin iki farklı yolu vardır: durum ve içerik entegrasyonu. Durum entegrasyonu, mühendislik tasarımının disiplinler içeriğini (genellikle matematik ya da fen) öğretmek için motivasyon

olarak entegrasyonunu ifade eder. Öğrenme hedefleri, kendi başına mühendislik hakkında değil, öğrencilerin içeriği öğrenmelerine yardımcı olmak için bir pedagoji olarak mühendislik tasarımını içermektedir. İçerik entegrasyonu ise mühendislik düşüncesinin, matematik ya da fen içeriklerinin, mühendislik dâhil olmak üzere birden fazla alanı öğrenmenin etkinlik veya birimin öğrenme hedeflerinin bir parçası olduğu bir bütünleştirmeyi ifade eder. Burada, öğrenme hedefleri matematik ya da fen disiplinin içeriğini kapsar, ancak aynı zamanda mühendislik hedeflerini de bir sonuç olarak içerir (Moore vd., 2014). FeTeMM entegrasyonuna içerik ve içerik entegrasyonu yaklaşımları öğrencilerin FeTeMM disiplinlerinin birbirine bağlılığını tanımasına yardımcı olmak için faydalıdır. Smith ve Karr-Kidwell (2000), entegre bir FeTeMM eğitiminin amacı disiplinleri birbirine bağlayan bütünsel bir yaklaşım, yani öğrenmenin bağlı olduğu, odaklanmış, anlamlı ve öğrencilerle alakalı bu yaklaşımların her ikisi de bu amaçlara ulaşmak için yararlı olduğunu belirtmişlerdir.

FeTeMM entegrasyonu lisans düzeyi FeTeMM eğitiminin ortaokul düzeyine uygulamasından çok daha az örneğe sahiptir; fakat bunun değişebileceğine dair işaretler vardır. Fairweather (2008) lisans eğitimi için bu durumu şu şekilde ifade etmiştir ;

"... FeTeMM disiplinindeki becerinin geniş ve büyük ölçüde değişiklik göstermesine rağmen, tutum ve davranışsal önlemlerin (Fairweather ve Paulson, 2008) üniversite öğretim ve öğrenimi ile ilgili önemli literatürün dikkatle gözden geçirilmesi, öğrencinin öğrenme çıktılarını arttırmada en etkili pedagojik stratejilerin disipline bağımlı olmadığını ileri sürmektedir (Pascarella ve Terenzini, 1991; 2005). Bunun yerine, öğrencilerin katılımını teşvik etmek için çeşitli yollarla bir araya getirilen aktif ve işbirlikçi eğitim, akademik disipline bağımsız olarak daha iyi öğrenci öğrenme çıktılarına yol açar (Kuh vd., 2005; Kuh vd., 2007). Pedagojik etkinliğin "tekerleği yeniden keşfetme"ye yol açsa da öğrencileri etkileyen pedagojiler daha iyi öğrenme çıktıları ile sonuçlanabilir (s.4-5)."

Entegre eğitimin kullanımıyla bağlantılı pek çok fayda vardır. Araştırmalar, disiplinler arası veya entegre bir müfredat kullanmak, öğrencilere daha alakalı, daha az parçalanmış ve daha teşvik edici deneyimler için fırsatlar sağladığını göstermektedir (Furner ve Kumar, 2007). Sağladığı diğer yararlar ise öğrenci merkezli olması, üst düzey düşünme becerileri ve problem çözme geliştirmesi ve

kalıcılığı geliştirmesidir (Smith ve Karr-Kidwell, 2000; Fllis ve Fouts, 2001; King ve Wiseman, 2001).

Entegre FeTeMM eğitimi üzerine daha özellikli bir odaklanma ile benzer yararlar tespit edilmiştir. FeTeMM eğitiminin çeşitli yararları, öğrencilerin daha iyi sorun çözücü, yenilikçi, mucit, kendine güvenen, mantıklı düşünen ve teknolojik açıdan okuryazar bireyler kazandırmayı içermektedir (Morrison, 2006). Çalışmalar göstermiştir ki matematik ve fen bilgisinin bütünleştirilmesi, öğrencilerin tutumları ve okuldaki ilgisi (Bragow vd., 1995), öğrenme motivasyonu (Gutherie vd., 2000) ve başarı (Hurley, 2001) üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir. Ulusal Mühendislik Akademisi ve Ulusal Araştırma Konseyi (Katehi vd., 2009), K-12 okullarında mühendisliği birleştirmenin beş avantajını şu şekilde listelemektedir: matematikte ve bilimde daha iyi başarı, mühendislik bilincinin artması, mühendisliği anlaması ve mühendislik yapabilmesi, tasarım ve artan teknolojik okuryazarlığı. Entegre FeTeMM eğitiminin tüm olası faydaları ile öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının entegre FeTeMM eğitimini nasıl etkin bir şekilde öğretebileceklerini kazanmaları oldukça önemlidir. Onların desteklenmesi, öğretim uygulamaları, öğretmenlerin etkinliği ve entegre FeTeMM eğitiminin uygulanması için dikkate alınması hayati önem taşımaktadır.

2.6. Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Stratejisi ve FeTeMM Eğitimi

FeTeMM eğitimi, inovasyon kabiliyetine sahip bir nesil yetiştirme amacı güden ülkelerin gündeminde yer almaktadır (Bybee, 2010a). Başta ABD olmak üzere çoğu ülke bu doğrultuda çeşitli eğitim reform girişimleri başlatmıştır. Ülkeler eğitim reformlarının odağına ise tüm eğitim düzeylerinde fen (science), teknoloji (technology), mühendislik (engineering) ve matematik (mathematics) disiplinlerinin entegrasyonuna dayanan FeTeMM eğitimini yerleştirmişlerdir (Bybee, 2010b; Çorlu, 2014) ve FeTeMM eğitimi 21. yüzyılın öğrenme programlarının ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir (NRC, 2014). Reform hareketleri içerisinde en bilineni, Ulusal Araştırma Topluluğu tarafından yayınlanan fen bilimlerinin nasıl öğretileceğidir (NRC, 1996a). Bu program ile sorgulama tabanlı öğrenme adımı atılmıştır. FeTeMM eğitimi disiplinler arası ve uygulamaya yönelik yaklaşımları içeren fen, teknoloji,

mühendislik ve matematik disiplinlerinin birbirleri arasında bağ kurarak entegrasyonunu sağlayan bir öğretim sistemi olarak tanımlanmaktadır (Bybee, 2010a; Akgündüz vd., 2015). Entegre bir öğretim yaklaşımı, öğrencilerin dünyayla kavramları ilişkilendirmesine yardımcı olabilir. Öğrenciler bu nedenle düşündükleri fikirleri sahip oldukları bir şeye bağlayabilirler. İçeriğin entegre edilmesi, öğrencilere, bildikleri ile yeni modeller oluşturmak için yardım alacakları yeni dallar arasındaki ilişkileri görme imkânı verir. İçerik, öğrencilerin güçlü yönlerini sayısız şekillerde ifade etmelerine yardımcı olur. Bu yüzden FeTeMM eğitimi, bahsi geçen disiplinlerin günlük hayatta karşılaşılabilecek problem ile içerik arasında ilişki kurarak kaynaştırılmaya çalışılmasıdır. Tabi bu kaynaştırma sırasında bireylerden asıl beklenen karşılaştığı probleme karşı sorgulamaya yönelim göstermesi, problem çözme fırsatları sunabilmesidir. İşte bu nokta da sorgulamaya dayalı öğrenme FeTeMM eğitiminin pedagojisini oluşturmaktadır (Crippen ve Archambault, 2012).

Sorgulamaya dayalı öğrenme, sorular sorarak, araştırarak ve bilgileri analiz ederek öğrenme ve verileri yararlı bilgilere dönüştürme süreci olarak tanımlanmaktadır (Perry ve Richardson, 2001). Sorgulamaya dayalı fen öğretimi kitabı temel alan, olguların edilgen bir biçimde gözlenmesi ve fenne ilişkin ilke ve yasaların doğrudan öğretiminden uzaklaşp; öğrenci merkezli, etkin ve öğrencilerin bizzat yaparak, düşünerek araştırmalarını gerçekleştirdiği fen anlayışını benimsemektir (Jorgenson vd., 2004). Böylelikle öğrencilerin tüm yaşamları boyunca gereksinim duyabilecekleri becerileri geliştirmelerine olanak sağlayarak onların sorunlarla başa çıkmalarına da yardımcı olur (Branch ve Solowan, 2003).

Sorgulamaya dayalı öğrenme, bilimsel gerçekleri ve bilgileri ezberletmekten çok, bilimin öğrenilmesi olduğu kanısına dayanmaktadır. Metotlara yapılan bu vurgu, Dewey (1910, 1938a)'in çalışmalarına kadar geri gidilebilir. Ona göre bilimsel bir bilgi sorgulamanın bir ürünü olarak gelişir. Bu nedenle, öğrencilerin problemler karşısında sorgulama temelli çözümler üretebilmesi için farkındalıkları artırılmalıdır. Dewey'in tarihe geçmiş bu düşünceleri, yerinde öğrenme temeline dayalı yaklaşımlara göre uygundur (Greeno vd., 1996; Henning, 2004). Yerinde öğrenme, Whitehead (1929)'in "durağan bilgi" olarak adlandırdığı şeyi önlemeyi amaçlıyor. Var olan bilginin kullanılmasını isteyen problem çözme durumlarında bilgi aktarımı eksikliği olduğunda bilgi "durağan" kabul edilir (Renkl vd., 1996). Karmaşık problemler sorgulanarak, bilgi daha az durağan ve daha fazla uygulanabilir hale

gelebilir (Edelson, 2001). Buna ek olarak fen eğitimi için evrensel kurallar sorgulamaya dayalı öğrenmenin değerini vurgular. Öğrenciler tıpkı bir bilim adamı gibi çevresini incelemeli, kendi gözlemlerini yapmalı ve kendi çalışmalarını kanıtlara dayandırarak açıklamalar yapmalıdır.

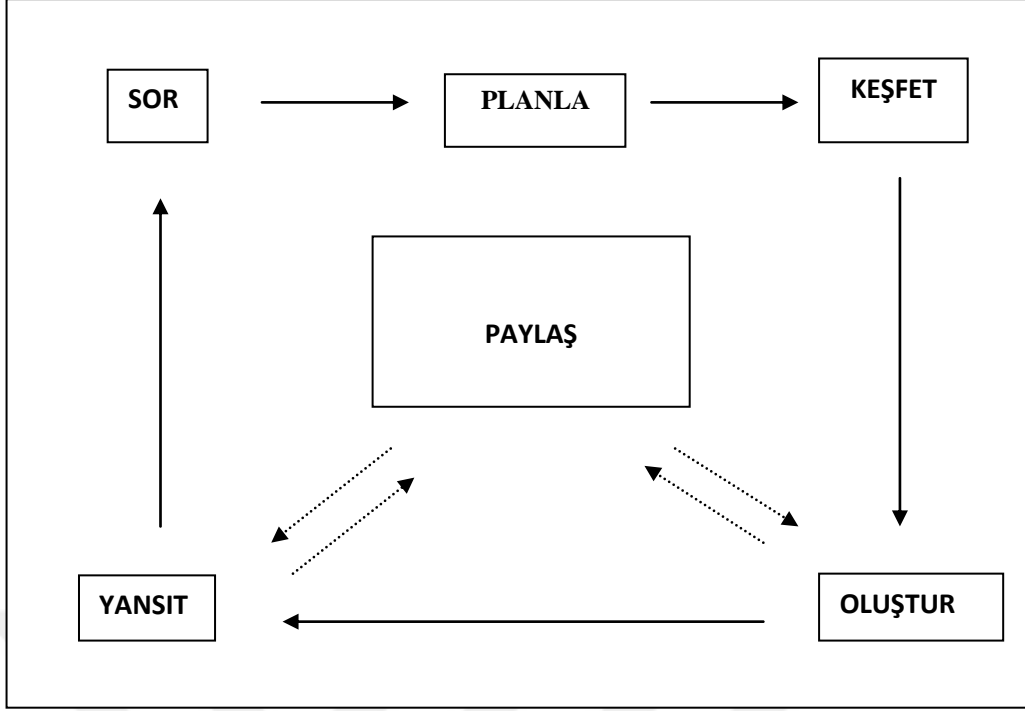
Sorgulamaya dayalı öğretim, FeTeMM eğitiminin temeli haline gelmiştir. Ulusal Bilim Eğitim Standartlarına göre, sorgulama bilim insanlarının doğal dünyayı inceledikleri ve çalışmalarından elde edilen kanıtlara dayanan açıklamalar önerecekleri çeşitli yolları içermektedir (NRC, 1996b). Öğrencilerin bilim adamı gibi düşünmeye çeken kavram, sorgulamanın doğasını oluşturup, FeTeMM eğitiminin pedagojisi haline almıştır. Shulman (2005)'a göre, bu pedagoji şu özelliklere sahip olmalıdır; (a) spesifik ve belirgin bir yüzey yapısı üzerine öğrenme ve öğretme eylemleri dâhil olmalı; (b) içeriği öğrencilere en iyi şekilde nasıl aktaracak ve öğretecekleri konusunda kabul edilebilir derin ilkeler içeren bir yapı ve (c) uzmanlık alanı için önemli bir takım inançlar, tutumlar, değerler ve/veya planların oluşturduğu örtülü bir yapıdır. Pedagoji, iletmek ya da yerine getirmek niyetinde olmayan şeylerle de tanımlanır. Belirtilen bu ölçütlerden her biri sorgulamaya dayalı yönergelere uygulanabilir. Sorgulamaya dayalı öğretim, uygulanması zor olsa da, FeTeMM'i önemli konulara hitap eden çok disiplinli bir yapı olarak kabul etme fırsatı tanır.

Sorgulamaya dayalı öğrenmenin uygulama süreci için belirtilen kesin bir işlem basamakları bulunmamaktadır. Örneğin, White ve Frediksen (1998)'nin sorgulama döngüsü, " soru sorma – tahmin – deney – modelleme – uygulama" olarak tekrarlanan aktivite dizisi içerir. Singer vd. (2000)'ne göre sorgulamaya dayalı öğrenmenin uygulama süreci "soru sorma- veri toplama, organizasyon- analiz-verilerin paylaşımı ve bildirimini" şeklinde dört basamaktan oluşmaktadır. Quintana vd. (2004), sorgulama basamaklarını üç safhada kategorize etmişlerdir: İlki algılamaktır (fark etmek) ve bu hipotez oluşumu veya veri analizi gibi temel süreçleri içerir. İkincisi süreç yönetimidir ve sorgulama sürecini kontrol etmek için stratejiler ortaya koyar. Üçüncüsü ise birleştirme ve yansıtmadır ki yapılandırmacı, değerlendirmeci ve birleştirici süreçleri içerir.

Lim (2004)'e göre ise "sor- planla- keşfet- oluştur -yansıt" olarak beş basamaktan oluşmuştur. Şekil 2.1.'deki görsel yapı deneme, geri dönme ve gözden geçirme sorgulama sürecinin dairesel görüşünü kolaylaştırabilir (Lim, 2004). Lim

(2004) tarafından oluşturulan bu aşamalar Şekil 2.1.'de görsel hale getirilmiş olup her aşama şu şekilde açıklanmıştır;

- **Sor (Ask):** Kapsamlı bir soru / sorun veya vaka senaryosu öğrencilere sunulur. Bu soru veya senaryo öğrencilerin gerçek yaşamlarıyla ilişkili olmalı ve meraklarını teşvik etmelidir. Bu aşama, sınıf düzeyine uygun kapsamlı bir sorun / soru veya durum senaryosundan oluşur. Bu aşamada öğrencilerin kendi problemlerini / sorularını ifade etmesine izin verilir.
- **Planla (Plan):** Öğrenciler belirli bir zaman çerçevesinde kendi öğrenme planlarını ve problem çözme stratejilerini tasarlarlar. Bir takım ortamında, öğrenciler rol ve görevleri her üye için tartışır. Bir proje yönetim planı ya da ne biliyorsunuz - öğrenmek istediğiniz şey - öğrendikleriniz sayfasını içerebilir.
- **Keşfet (Explore):** Keşfetmek bir soruşturma gerçekleştirmenin sistematik bir yoludur. Bu aşama, problemi çözmek için öğrenme planının gerçekleştirildiği bir aşamadır. Öğrenciler problemi çözmek için arka plan bilgilerini, okumalarını, web sitelerini, kaynakları ve açık dizinleri kullanır. Problemlerine çözüm olacak hipotezlerini test etmek için deneyler tasarlar ve gerçekleştirirler.
- **Oluştur (Construct):** Öğrenciler bu aşamada veriden anlam çıkarır, bulduklarını sentezler, yeni bilgi üretir veya bir eser yaratırlar.
- **Yansıt (Reflect):** Öğrenciler sonuçlarını ve kendi soruşturma süreçlerini yansıtırlar. Sonuçlarını yeni bir duruma uygularlar ve bir sonraki sorgulama döngüsü için yeni sorular hazırlarlar. Değerlendirme, bir sonraki sorgulama döngüsü için yeni sorular, başkalarından gelen yanıtlar, öğrencilerin notları vb. durumları içerir.



Şekil 2. 1. Sorgulama Sürecinin Görsel Sunumu

Araştırmalar, sorgulamaya dayalı öğrenmenin daha üst düzey düşünme becerileri ve kendine yönelik öğrenme becerileri geliştirmeye yönelik etkinliğini ortaya koymaktadır (Csikszentmihalyi ve Getzels, 1971; Massialas vd., 1975; Wilkerson ve Maxwell, 1988; Newell, 1980; Blumberg, 2000). Belirtilen özellikler şu şekilde özetlenebilir:

- Sorgulamaya dayalı öğrenme, bilgi arayan bir toplumda, bilginin araştırılması, sınıflandırılması, analizi, sentezi ve değerlendirmesini (Blumberg, 2000) yaparak gerekli olan eleştirel düşünme becerilerini ve temel bilgi işleme becerilerini besler.
- Kendini yönlendiren öğrenmeyi teşvik eder. Sorgulamaya dayalı öğrenme, öğrencilere "çevreyi eleştirel bir bakışla bakma, kendi kaderini kontrol etme ve onları etkileyen kararları etkileme imkânlarına sahip oldukları" yönünde bir "etkililik hissi" kazandırmaktır (Massialas vd., 1975).
- Sorgulamaya dayalı öğrenmede problem bulma doğrudan yaratıcı üretkenlikle bağlantılıdır (Csikszentmihalyi ve Getzel, 1971).

- Kötü yapılandırılmış problemler kullanarak, arama miktarı artar (Newell, 1980).
- Sorgulamaya dayalı öğrenme, öğrencileri disiplinin epistemolojisini anlamaya teşvik eder (Wilkerson ve Maxwell, 1988).

2.7. Sorgulayıcı Öğrenme Ortamında Simülasyon (Benzeşim) Kullanımı ve FeTeMM Eğitimi

Bilgi ve iletişim teknolojisinin hızla gelişmesi ile birlikte, eğitimciler ve araştırmacılar, FeTeMM öğrenme çıktılarını iyileştirmek için eğitim teknolojisini kullanma potansiyelini vurgulamaktadır. FeTeMM eğitiminin daha etkin veya verimli hale getirilmesi için çevrimiçi interaktif öğrenme ortamları, sayısal oyunlar, artırılmış gerçeklik [AR], simülasyonlar ve robotlar gibi eğitim teknolojilerinin kullanımı, FeTeMM eğitim ve öğretim teknolojisinde araştırmacılar için önemli konular arasında yer almaktadır (Wu ve Anderson, 2015). Özellikle öğrenciler açısından düşünüldüğünde öğrenilmesi zor olarak tanımlanan konuların öğretiminde bilgisayar uygulamalarının kullanılması önemli bir durum haline gelmektedir.

Fen öğretiminde yapılan araştırmalar incelendiğinde bilgisayar destekli öğretim açısından üzerinde en çok durulan ve araştırılan alanın simülasyonların kullanımı olduğu görülmüştür. Bilgisayar simülasyonunun öğrencilerin bilimsel olguları görselleştirmesine yardımcı olması için kritik olduğuna dair çok sayıda kanıt vardır. Bu kanıtlar fen öğrencileri ile bilimsel anlayışta kazançla ilişkilendirilmiştir (Srisawasdi vd., 2008). Simülasyonlar, kavramların karmaşık ve görünmez doğası nedeniyle görselleştirme için kavram öğrenmede yararlıdır (Rutten vd., 2012). Dahası, gerçek kazançlar, gerçek dünya bileşenleri, olguları veya süreçlerin dinamik teorik veya basitleştirilmiş modellerini sunarak ve öğrencileri gerçek nesnelere, olaylar ve süreçler hakkında gözleme, keşfetme, yeniden oluşturma ve anında geri bildirim almaya teşvik ederek gerçekleştirilir (Srisawasdi ve Kroothkeaw 2014). Simülasyonlar öğrencilerin değişken değerleri değiştirmelerine ve sonuçları gözlemleyerek bilimsel sonuçlar doğurmalarına olanak tanır. Bu süreç sayesinde öğrenciler ilkeler, kurallar ve bilimsel olguların özelliklerini (Veemans vd., 2006), alternatif bilimsel kavramlar ile mevcut kavramlarını değiştirebileceklerini ima etmektedir.

Simülasyon tabanlı öğrenme ortamları, fen öğreniminde kavramsal değişim koşullarını ortaya koymak için uygun öğrenme araçları olarak düşünülür (Chen vd., 2013). Bunun dışında bilgisayar simülasyonlarının etkinliği, istihdam edildiği pedagojiyle yakından ilişkilidir (Flick ve Bell 2000). Bilim içeriğinin doğasını dikkate alarak, teknolojinin entegrasyonu ve uygun öğretim stratejisi, son fen eğitimi reformlarında önemli bir vurgudur. Bilim eğiticileri topluluğunda, bilimsel araştırma yoluyla öğrenme ve öğretme, öğrencinin bilişsel gelişimi ve bilimin doğasındaki yapıcı fikirlerin endişe ettiği bir öğretim uygulaması veya öğrenme süreci olarak kabul edilir (Hofstein ve Lunetta, 2004; Hofstein ve Mamlok-Naaman, 2007). İşte bu noktada simülasyon programını kullananlara eşsiz bir sorgulama ortamı içerisinde öğrenme faaliyetlerinin gerçekleştirebilmelerine fırsat tanıyan sorgulamaya dayalı öğretim ile entegrasyonu kaçınılmaz bir durum içerisine girmektedir. Simülasyonlarla sorgulama temelli öğrenme, fen fikirleri arasında bilimsel bir anlayış, açıklama ve iletişim geliştirmek için öğrencilerin fiziksel ve sosyal dünyayla zihinsel etkileşimini güçlendirmek için bilim temelli öğretim için umut verici bir alandır.

Simülasyon tabanlı sorgulamaya dayalı bir ortamda öğrencilerin temel görevi, bilgi çıkarım süreçlerine girerek simüle edilmiş bir alanın özelliklerini bulmaktır. Öğrencilerin meşgul olduğu süreçler iki ana kategoriye (Njoo ve de Jong, 1993) ayrılabilir. Bunlar, dönüştürücü ve düzenleyici süreçlerdir. Dönüşümsel süreçler, öğrencilerin doğrudan veya direk bilgi ürettiği, hipotez oluşturduğu, deney tasarlama yaptığı ve sonuçlarının çizildiği süreçlerdir. Yönlendirme sırasında öğrenciler, önemli değişkenleri ve ilişkileri belirleyerek simüle eder. Bu noktada önceki bilgilerini aktif hale getirerek öğrenme ortamında sunulan değişkenler, koşullar ve olaylar ile ilişki kurar. Hipotez üretimi, etki alanındaki değişkenler ve ilişkiler ile ilgili bir bildirinin veya bir dizi ifadenin formülasyonuna atıfta bulunur. Deney tasarlama, deney sonuçları ile ilgili tahmin yapma ve deneyi yürütmeyi içerir. Sonuçların yorumlanması ve çizilmesi sırasında, öğrenciler deneysel sonuçları yorumlarlar ve deney aşamasında toplanan deneysel veriler ışığında hipotezlerini incelerler. Düzenleyici süreçler, öğrenme sürecinin planlanması ve izlenmesi anlamına gelir. Bu süreçlerin her birinin öğrenciler için belirli sorunlar ortaya koyduğu bilinmektedir (ör., De Jong, 2006a), öğrencilere yönelik bir dizi destek önleminin tasarlandığı sorunlar. Bu, öğrencilere sorgulama olanakları ve

entegrasyonu destekleyici imkânları sağlayan çeşitli bilgisayar tabanlı sorgulama ortamlarının geliştirilmesine yol açmıştır. Bu tür öğrenme ortamlarına örnekler şunlardır; Belvedere (Suthers vd., 1995), BGuILE (Reiser vd., 2001), Inquiry Island (White vd., 2002), GenScope (Hickey ve Zuiker, 2003), SimQuest tabanlı ortamlar (de Jong vd., 1998), Co-Lab (van Joolingen vd., 2005), WISE (Linn vd., 2004), STOCHASMOS (Kyza vd., 2011), Ve SCY (de Jong vd., 2010; 2012). Sorgulama-öğrenme ortamlarında gerçekleşen uygulamalar, öğrenmeyi oluşturan farklı öğrenme süreçlerini hedef almaktadır. Örneğin, öğrencilerin hipotezler oluşturmalarına (van Joolingen ve de Jong, 1991), tasarım deneyleri yapmalarına (Lin ve Lehman, 1999), tahminler yapmalarına (Lewis vd., 1993), verilerin yorumlanmasını formüle etmeye (Edelson vd., 1999) veya öğrenme sürecini yansıtmaya yardımcı olur (Davis, 2000).

Sorgulama öğrenimi daha derin ve daha anlamlı bir anlayışa yol açsa da, bu öğrenme modunun etkinliği birçok öğrencinin karmaşık becerileriyle, sorgulama öğrenmesinin gerektirdiği içsel sorunlar karşı karşıya kalır (De Jong ve Van Joolingen, 1998). Destek olmadan sorgulama öğrenimi kesinlikle, daha az ön bilgisi olan öğrenciler için (Tuovinen ve Sweller, 1999) öğrenmenin oldukça etkisiz ve verimsiz bir yoldur (Klahr ve Nigam, 2004; Mayer, 2004). Bu nedenle, birçok çalışma, bilişsel destek araçlarının öğrencilerin sorgulama becerilerinin eksikliklerini nasıl telafi edebildiğini incelemiştir (De Jong, 2006a; 2006b). Soruşturmayı öğrenmenin daha az bilgisi olan öğrencilerin öğrenme ihtiyaçlarına göre nasıl özelleştirilebileceği konusu önemli ölçüde dikkat çekmiştir. Problem çözme alanında araştırma, yanlış veya eksik alan bilgisi, öğrenme sürecini engelleyebileceğini göstermiştir.

Bilgisayar simülasyonları ile keşfederek öğrenme genellikle öğrenme ve öğretim için umut verici bir alan olarak görülür. Literatürde, simülasyon temelli öğrenmenin bir tür açıklamalı öğretime etkilerini karşılaştıran birtakım çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalar, biyoloji (Rivers ve Vockell, 1987), ekonomi (Grimes ve Willey, 1990; Shute ve Glaser, 1990), karar destek teorisi (De Jong vd., 1993) Newtonun Mekaniği (Rieber, 1990; Rieber vd., 1990; Rieber ve Parmley, 1995; White, 1993) ve elektrik devreleri (Carlsen ve Andre, 1992; Chambers vd., 1994). Genel olarak bu çalışmalar, bilgisayar simülasyonlarıyla öğrenmenin açıklayıcı öğretim kadar etkili olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, bu ve diğer çalışmalar simülasyon tabanlı öğrenmenin etkilerinin, simülasyonun keşif

öğrenmenin belirli yönlerini desteklemek isteyen bir ortamda dahil olduğu zaman daha güçlü olduğunu ileri sürmektedir. Simülasyonları destekleyici çevrelere dâhil edilmesi gerekli görünmektedir, çünkü öğrenciler keşfederek öğrenme süreçlerinde yeterli bilgiye sahip değildir. Fen alanlarında ki keşfederek öğrenme, hipotezleri belirleme ve deneyler tasarlama gibi belirli öğrenme süreçleri ile karakterize edilir (Friedler vd., 1990). Böylelikle öğrenme süreci kontrol altında tutulmuş olur. Zaten sorgulayıcı öğrenme ortamının en önemli özelliği de öğrencinin öğrenme sürecini kontrol altında tutmasıdır.

2.8. Literatür Taraması

Literatür araştırması sonucunda öğretmen adaylarının katılımı ile birçok FeTeMM çalışması yapıldığı ortaya çıkmıştır. Örneğin, Dabney vd. (2012), 6882 üniversite öğrencisinin okul dışı fen etkinliklerinin, üniversitedeki FeTeMM mesleklerine ilgi arasındaki bağlantıyı keşfetmeye çalışmışlardır. Çalışma sonucunda; ortaokulda fen ve matematiğe ilgi kadar cinsiyet, sosyoekonomik statü ve okul dışı etkinliklerin de FeTeMM mesleklerine yönelmede anlamlı bir ilişki olduğu çıkmıştır.

Marulcu ve Sungur (2012), fen bilgisi öğretmen adaylarının mühendislik ve mühendislik algılarını ve mühendislik-dizayna bakış açılarını incelemiştir. 44 öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmada öğretmen adaylarından ankette yer alan mühendislikle ilgili soruları cevaplamaları istenmiştir. Çalışma sonuçları, mühendisliğin öğretmen adayları için fen eğitiminde önemli olduğunu gösterse de, mühendislik süreci ile ilgili yeterli düzeyde bilgi sahibi olmadıkları görülmüştür.

Nadelson vd. (2012), öğretmenlerin FeTeMM öğretimindeki yeterliklerini arttırmak, içerik bilgilerini geliştirmek ve öğretimde sorgulamaya dayalı öğretim yöntemlerinin kullanımını çoğaltmak amacıyla dört günlük bir yaz programı tasarlamışlardır. Çalışmada, 4-9 sınıf aralığında görevli olan toplam 230 öğretmenin katıldığı programın sonunda, katılımcı öğretmenlerin, FeTeMM öğretim yeterlilik algıları, sorgulama temelli uygulamaları ve FeTeMM öğretimine ilişkin kendilerini rahat hissetmeleri arasında olumlu etkileşimlerin olduğu tespit edilmiştir.

Bracey ve Brooks (2013), öğretmen adaylarının fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarına ilişkin kavramları öğretmedeki yeterlik ve becerilerini artırmak amacıyla üç hafta süren, işbirlikli bir program geliştirmişlerdir. Programın ilk haftasında kullanılacak uygulamalar ve FeTeMM öğretiminde kullanılan en yeni uygulamalar tanıtılmıştır. İkinci haftasında ise öğretmen adayları uygulama boyunca rehber olacak eğitmenlerle eşleştirilmiştir. Bu süre içinde öğretmen adayları videoya çekilecek FeTeMM uzmanlarının rehberliğinde sorgulama temelli FeTeMM dersleri geliştirmeye çalışmışlardır. Üçüncü ve son hafta ise planladıkları dersleri uygulamışlardır. Araştırmacılar, çalışmanın sonunda öğretmen adaylarının öz-yeterliklerinde, fenne karşı ilgi ve tutumlarında gelişme olduğunu belirtmişlerdir.

Pinnell vd. (2013)'nin öğretmenlerin mühendislik ve tasarım bilgilerini arttırmaya yönelik geliştirdikleri altı haftalık programa, 10 öğretmen ve 5 öğretmen adayı katılmıştır. Katılımcılar, öğretim programı geliştirme, sorgulama temelli öğrenme ve FeTeMM eğitiminin kavramsal çerçevesi ile ilgili atölye çalışmaları ve etkinliklerde yer almışlardır. Ardından, mühendislik fakültesinde okuyan bir mühendis adayı, mühendislik fakültesinden bir öğretim elemanı ve sektörde çalışan bir mühendis ile birlikte çalışmışlardır. Program sonuçlarını değerlendiren araştırmacılar, katılımcı öğretmenlerin FeTeMM becerilerini geliştirdiklerini ve okullarında FeTeMM eğitiminin uygulanmasına liderlik ederek becerilerini geliştirmeye devam ettiklerini belirtmişlerdir.

Sungur Gül ve Marulcu (2014) ise fen bilgisi öğretmen adayları ve fen bilgisi öğretmenleri ile yaptığı çalışmada, öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin mühendislik-dizayna ve legolara bakış açılarını incelemiştir. Araştırma bulguları, öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin mühendisler ve mühendislik mesleği hakkında bilgi sahibi olduklarını ancak mühendislik eğitimi ile ilgili çok bilgi sahibi olmadıklarını göstermiştir.

Yıldırım ve Altun (2015) fen bilgisi öğretmen adayları ile laboratuvar ortamında gerçekleştirdiği çalışmada; dersler deney grubunda FeTeMM eğitim ve mühendislik uygulamaları kontrol grubunda ise normal sürecinde işlenmiştir. Uygulama öncesi ve sonrasında "Öğrenme Düzeyi Testi" uygulanarak öğretmen adaylarının başarıları incelenmiştir. Çalışma sonuçları FeTeMM eğitimi ve Mühendislik uygulamalarına yönelik ders işlenen grupta başarının daha yüksek olduğunu göstermektedir.

Özçakır-Sümen ve Çalışıcı (2016), sınıf öğretmenlerine yönelik bir çalışma yürütmüşlerdir. FeTeMM eğitimine dayalı olarak gerçekleştirilen çevre eğitimi dersinin sonunda öğretmen adaylarının zihin haritalarına ve FeTeMM ile ilgili görüşlerini belirlemeye çalışmışlardır. Örnekleme yer alan 42 öğretmen adayının uygulama sonrasındaki zihin haritaları, FeTeMM eğitimi ile ilgili zengin kavramsal yapıyı gözler önüne sermiştir. Ayrıca uygulama sonunda öğretmen adaylarından alınan görüşler neticesinde, öğretmen adaylarının FeTeMM etkinlikleri ile ilgili olumlu görüş bildirdikleri ortaya çıkmıştır.

Çorlu ve Aydın (2016) ise yaptıkları çalışmada, 21. yüzyılda gerekli olan bazı becerileri (Araştırma, problem çözme, yenilikçilik, girişimcilik, teknolojik iletişim, deneysel tasarım ve araştırma vb.) geliştirmeye yönelik tasarlanan birleştirilmiş FeTeMM eğitiminin sonuçlarını değerlendirmişlerdir. Araştırma, üniversite birinci sınıfa giden mühendislik ve matematik öğrencilerinin bilimsel araştırma becerilerini geliştirmeye yönelik bir uygulamayı içermektedir. Ayrıca çalışmada projeler ve ders notları ile ilgili olarak öğrencilerin kendilerini ve akranlarını değerlendirmeleri ve öğretmenlerin öğrencilerin bilimsel araştırma seviyelerini değerlendirmeleri kullanılmıştır. Çalışma sonuçları, öğrencilerin becerilerindeki gelişiminin düşükten, orta seviyeye doğru olduğunu göstermiştir.

Akaygün ve Aslan-Tutak (2016), 18 kimya ve 30 matematik öğretmen adayı ile gerçekleştirdikleri çalışmada, FeTeMM eğitiminde işbirliğine dayalı öğrenme ile FeTeMM kavramlarının nasıl geliştiğini araştırmışlardır. Araştırma boyunca öğretmen adaylarının resmettikleri posterler, veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Uygulama öncesi ve sonrası toplanan posterler, tasvir edilen FeTeMM görüntülerini, FeTeMM entegrasyon kavramlarını, FeTeMM eğitimin amacını ve FeTeMM'in dört disiplini üzerindeki kavramları ortaya çıkarmıştır.

Kızılay (2016), 25 fen bilgisi öğretmen adayı ile gerçekleştirdiği çalışmada fen bilgisi öğretmen adaylarının FeTeMM alanlarıyla ve eğitimiyle ilgili görüşlerini belirlemeye çalışmıştır. Bu doğrultuda öğretmen adayları ile görüşmeler gerçekleştirmiştir. Çalışma sonunda, öğretmen adaylarının genellikle FeTeMM eğitiminin faydasından bahsettikleri, ancak FeTeMM eğitimindeki alanların birbirleriyle bağlantılı olduğuna çok az öğretmen adayının değindiği görülmüştür.

Hacıömeroğlu ve Bulut (2016) ise Lin ve Williams (2015) tarafından geliştirilen Entegre FeTeMM Öğretimi Yönelim Ölçeği'ni Türkçe'ye çevirerek

geçerlilik ve güvenilirlik çalışmasını yaparak, sınıf öğretmenliği bölümü öğrencilerinin entegre FeTeMM hakkında görüşlerinin elde etmeye çalışmışlardır. Ölçek bütününe ait cronbach alfa değeri .94 olup, 31 maddeden oluşsan 7'li likert tipli bir ölçme aracıdır. Elde edilen sonuçlara göre Türkçe'ye uyarlanan bu ölçek sınıf öğretmenliği bölümü öğrencilerinde kullanılabilir geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olduğu ortaya çıkmıştır.

Çınar vd. (2016) 32 fen bilgisi öğretmen adayı ile yürüttükleri çalışmada, öğretmen adaylarına FeTeMM eğitimi verildikten sonra, öğretmen adaylarının FeTeMM alanları arasındaki ilişki ile ilgili görüşlerini incelemiştir. Elde edilen sonuçlarda ise FeTeMM eğitiminden önce öğretmen adayları sadece fen ile matematik arasında ilişki kurabilirken, FeTeMM eğitiminden sonra öğretmen adaylarının fen, matematik, teknoloji ve mühendislikle de ilişki kurabildikleri görülmüştür.

Tarkın-Çelikkıran ve Aydın-Günbatır (2017), gerçekleştirdikleri çalışmada Wheeler vd. (2014) tarafından sunulan mühendislik tasarım süreçleri kullanılarak hazırlanan dört adet etkinlik kullanılmıştır. Bu çalışmada 13 kimya öğretmen adayının FeTeMM eğitimi etkinlikler hakkındaki görüşlerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Altı hafta boyunca gerçekleştirilen uygulama sonunda katılımcılar, disiplinlerarası bakış açısının kazandırılması ve kimya alan bilgisinin hatırlama ve pekiştirme noktasında önemli katkı sağladığını belirtmişlerdir. Ancak öğretmen adayları gerekli bilgiyi kullanma, kullanılacak malzemelere karar verme ve tasarlanacak ürüne karar verme aşamalarında zorlandıkları belirlenmiştir.

Öğretmen adaylarını katılımıyla yapılan çalışma sonuçlarının uygulama sonunda FeTeMM kavramlarını geliştirdiklerini ve bunun yanında katılım gösterdikleri uygulama süreçleri hakkında olumlu görüş bildirdikleri ortaya çıkmıştır.

3. YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın modeli, çalışma grubu, materyalin geliştirilmesi, uygulamanın yürütülmesi, veri toplama araçlarının uygulanması ve toplanan verilerin analizi hakkında bilgiler verilmiştir.

3.1. Araştırmanın Modeli

Çalışmada birbirini izleyen çalışmalar içerisinde nicel ve nitel yöntemin birlikte kullanıldığı karma yöntem (mixed method) araştırması kullanılmıştır. Karma yöntem araştırmaları, araştırmacının bir çalışma veya birbirini izleyen çalışmalar içerisinde nitel ve nicel yöntem, yaklaşım ve kavramları birleştirmesi olarak tanımlanır (Creswell, 2003; Tashakkori ve Teddlie, 1998; Johnson ve Onwuegbuzie, 2004). Karma yöntemin amacı pek çok durumda bir fikri doğrulamak ya da desteklemek değil, kişinin olayla ilgili anlayışını genişletmektir (Leech ve Onwuegbuzie, 2009).

Araştırmanın nicel boyutunda tek grup ön test-son test deneysel desen kullanılmıştır. Bu modelde gelişigüzel oluşturulmuş bir deney grubu bulunur ve bu gruba deneysel bir müdahale yapılmadan önce ön test, deneysel müdahale yapıldıktan sonra ise son test uygulanır (Metin, 2014). Ön test ve son test sırasında aynı ölçme araçları kullanılmaktadır. Uygulanan deneysel desende bağımlı değişkenler FeTeMM farkındalık durumu ve bilimsel süreç becerileri olarak belirlenmiştir. Belirtilen bağımlı değişkenler üzerinde etkisi incelenen bağımsız değişken ise simülasyon tabanlı sorgulayıcı öğrenme ile FeTeMM eğitiminin entegrasyonu kapsamında geliştirilen etkinlikler olmuştur. Bağımsız değişken, Genel Fizik Laboratuvarı III dersinde, simülasyon tabanlı sorgulayıcı öğrenme ortamında gerçekleştirilen FeTeMM eğitimini temel alan etkinlikleri içermektedir. Öğrencilerin bilimsel süreç becerileri ve FeTeMM farkındalık durumlarındaki değişimi inceleyebilmek amacıyla, FeTeMM Farkındalık Ölçeği (FFÖ) ve Bilimsel Süreç

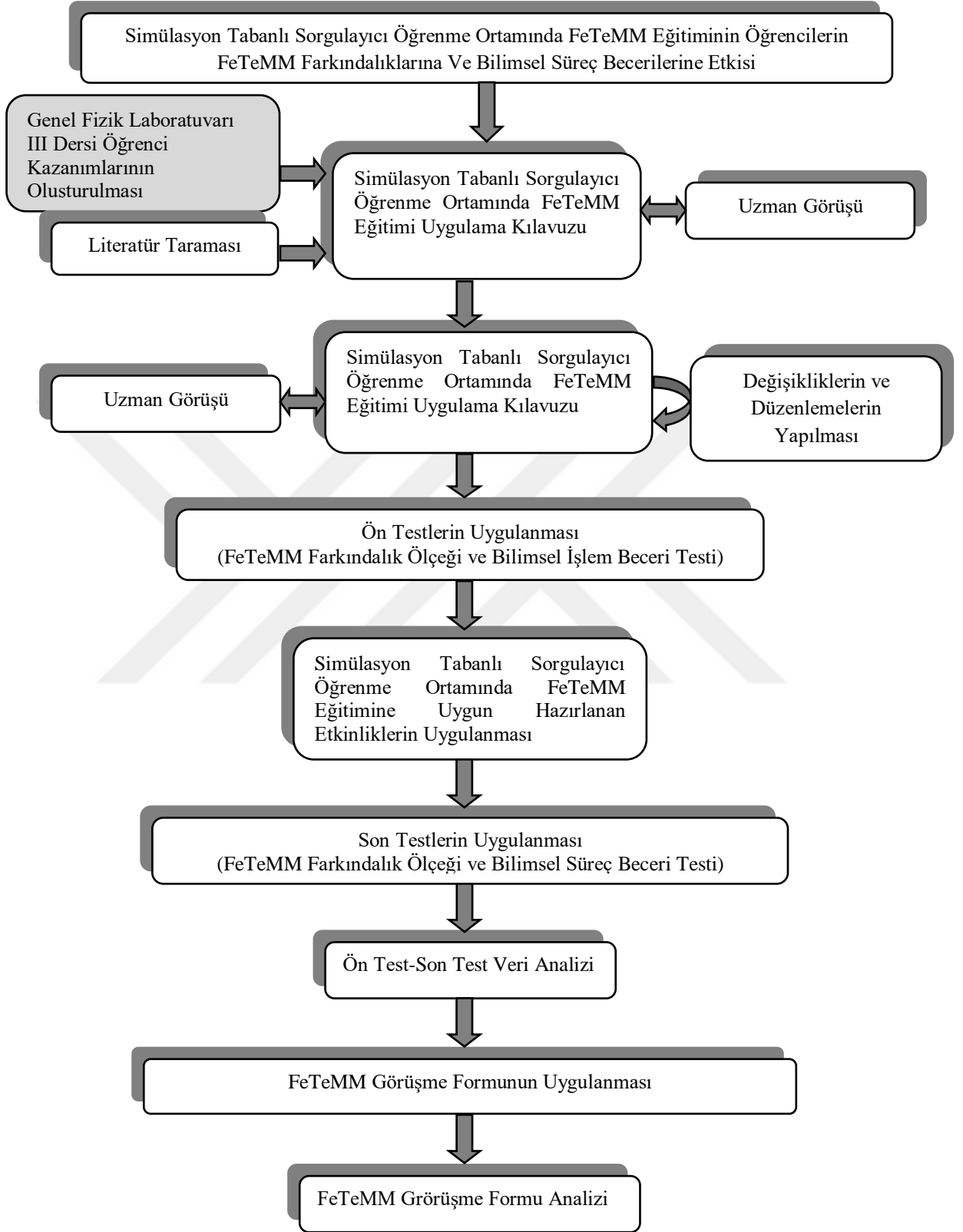
Beceri Testi (BSBT) araştırmada yer alan bütün öğrencilere ön test ve son test olarak uygulanmıştır.

Araştırmanın nitel boyutunda ise görüşme formu ile birlikte deneklerin algıları bütüncül bir şekilde incelendiği için nitel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Bu kapsamda ğrenciler, FeTeMM etkinlikleri ve eğitimi hakkındaki görüşlerini anlamlandırmaya, yorumlamaya ve sınıflandırmaya çalışmışlardır. Elde edilen ham veriler, içerik analizi ile değerlendirilmiştir. İçerik analizi, belirli kurallara dayalı kodlamalarla, bir metnin bazı sözcüklerinin daha içerik kategorileri ile özetlendiği sistematik, yinelenebilir bir teknik olarak tanımlanmaktadır (Büyüköztürk vd., 2008). Araştırmanın nicel boyutunda elde edilen bulguları desteklemek amacıyla araştırma sonunda ğrenci görüşlerine başvurulmuştur. Araştırma deseni izelge 3.1.'de, araştırma boyutunda izlenen adımlar ise izelge 3.2.'de verilmiştir.

Çizelge 3. 1. Araştırma deseni

Uygulama ncesi	ğretim Yöntemi	Uygulama Sonrası
FF, BSBT	Simülasyon Tabanlı Sorgulayıcı ğrenme Ortamında FeTeMM Eğitimi	FF, BSBT, FETEMM-GF

Çizelge 3. 2. Araştırma boyutunda izlenen adımlar



3.2. Materyalin Geliştirilmesi

Günümüzde her alanda 21. yüzyıl becerilerine sahip, nitelikli birey arayışı sık sık belirtilmektedir. Bu nedenle bireylere eğitimleri esnasında bu becerilerin kazandırılması gerekmektedir. FeTeMM eğitiminin bu amaca hizmet verdiği bilinmektedir. Dolayısıyla FeTeMM eğitimini sınıflarına taşıyacak olan öğretmenlerin de gerekli donanıma sahip olması beklenmektedir.

Fizik dersi, konularının soyut kavramlar içermesi nedeniyle öğrencilerin en çok zorlandıkları ders olarak bilinmektedir. Soyut olan kavramların zihinde yapılandırılması ve öğretilmesi açısından çeşitli yöntemlere başvurulsa da bu yöntemlerin en etkili laboratuvar yöntemidir. Laboratuvar yöntemi, kavramların anlamlı öğrenilmesi, kalıcı öğrenme ve öğrencilerin bireysel ya da gruplar halinde çalışmalarına imkân sağlayan bir öğretim yöntemidir (Hofstein ve Lunetta, 2004; Büyük vd., 2010; Sarı, 2011). Fen bilimleri konuları çoğunlukla soyut ve karmaşık olduğundan öğrencilere kavratılabilmesi için laboratuvarlarda somut deneyimler sağlanması, fen öğretiminde laboratuvar kullanımının temel amaçlarından birisidir (Morgil vd., 2009). Öğretmen adaylarının da laboratuvar ortamlarında kendilerini geliştirmeleri, somut deneyimler kazanmaları oldukça önemli bir durumdur.

Öğrencilerin sahip olması gereken özellikler dikkate alınarak Genel Fizik Laboratuvar III dersinde yer alan Işığın Yayılması, Aynalarda Yansıma, Işığın Kırılması, Mercekler ve Aynalar ve Merceklerin Bir Arada Kullanımı konularıyla ilgili simülasyon tabanlı sorgulayıcı öğrenme ortamında FeTeMM eğitimi ders etkinliklerinin geliştirilmesi ve geliştirilen bu etkinliklerin öğrenciler üzerindeki etkinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Bu araştırmanın uygulama alanı Genel Fizik Laboratuvar III dersi alan öğrenciler oluşturmaktadır. Dolayısıyla geliştirilen etkinlikler öğrencilerin eğitim seviyeleri dikkate alınarak hazırlanmıştır. Uygulanan bu etkinlikler, alanında uzman olan iki öğretim üyesi gözetiminde geliştirilmiş ve etkinliklerin son şekli verilmiştir (Bkz. EK 1).

3.2.1. Öğrenci Kazanımları

Çizelge 3.3.'de verilen kazanımlar dikkate alınarak, Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği programı Genel Fizik Laboratuvarı III dersinde yer alan Işığın Yayılması, Aynalarda Yansıma, Işığın Kırılması, Mercekler ve Aynalar ve Merceklerin Bir Arada Kullanımı konularıyla ilgili sorgulamaya dayalı öğrenme ortamı kapsamında FeTeMM eğitimine uygun, öğrenme materyalleri geliştirilmiştir.



Çizelge 3. 3. Etkinliklere ait kazanımlar ve FeTeMM boyutları

Ders Başlığı “Etkinlik Adı”	Kazanımlar (Öğrenme Hedefleri)	Fen	Teknoloji	Mühendislik	Matematik
1- Işığın Yayılması “Melek'in Köy Macerası”	<ul style="list-style-type: none"> -Fen ve mühendisliğin yakın ilişkide olduğunu kavrar. -Mühendislik tasarım sürecinin problemleri çözmek için kullanılabilen adımlardan oluştuğunu bilir. -Bir kaynaktan çıkan ışığın her yönde ve doğrusal bir yol izlediğini bilir ve çizimle gösterir. -Işığın düzgün ve pürüzlü yüzeylerdeki yansımalarını gözlemler ve ışınlar çizerek gösterir. -Işığın yansımada gelen ışın, yansıyan ışın ve yüzeyin normali arasındaki ilişkiyi açıklar. -Aydınlatma araçlarının yaşamımızdaki önemi vurgulanır. -Uygun aydınlatmanın ne demek olduğu ve nasıl yapılması gerektiği hakkında araştırma yapar. -Işık kirliliğinin nedenlerini sorgular. -Işık kirliliğin, doğal hayata ve gök cisimlerinin gözlemlenmesine olan olumsuz etkilerini fark eder ve olumsuz etkilerini açıklar. -Işık kirliliğini azaltmaya yönelik çözümler üretir ve bu sorunu çözmeye yönelik özgün tasarımlar yapar. -Tasarım önerisinin benzer ürünlerden farklı olabilmesi gereken özellikleri sorgulanır. 	<p>Işık kaynağı, ışık ışınları, ışık kirliliği kavramları üzerinde durulur.</p>	<p>Hazırlanacak mühendislik ürününde kullanılacak malzemelerin seçimi, kullanılabilirlik ve maliyet konusunda uygun seçim yapılır.</p>	<p>Işık kirliliği çözümü için hazırlanacak mühendislik ürünü için farklı tasarımların hazırlanması, en uygun seçime karar verilmesi, hazırlanması ve uygulanması yapılır.</p>	<p>Işık kaynağının yerden uzaklığının belirlenmesi, ışık kaynağının yer ile yapacağı açının belirlenmesi</p>
2- Aynalarda Yansıma "Savaşlarda Teknoloji"	<ul style="list-style-type: none"> -Optik mühendislerinin problemlerini çözmek için fen ve matematik bilgilerini kullandıklarını bilir. -Ayna çeşitlerini gözlemler ve kullanım alanlarına örnekler verir. -Düz, çukur ve tümsek aynalarda oluşan görüntüleri karşılaştırır. -Deney veya simülasyonlarla görüntü oluşumunun ve oluşan görüntü özelliklerinin yorumlanması sağlanır. -Işığın yansımada gelen ışın, yansıyan ışın ve yüzeyin normali arasındaki ilişkiyi açıklar. -Düzlem aynaların günlük hayatta kullanım alanlarına örnekler verir. -Düzlem aynaların günlük hayatta kullanım alanlarına yönelik özgün tasarım yapar. -Tasarım önerisinin özellikleri sorgulanır. 	<p>Işığın aynalarda yansıma, yansıma kanunları, görüntü oluşumu ve özellikleri, aynalarda özel durumlar ve kavramları üzerinde durulur.</p>	<p>Periskop tasarımında kullanılacak malzemelerin seçimi, kullanılabilirlik ve maliyet konusunda uygun seçim yapılır.</p>	<p>Bulunduğu çukur alandan güvenli şekilde karşıyı gösterecek bir sistem, “periskop” tasarımı ve uygulaması yapılır.</p>	<p>Paralel gönderilen ışığın ayna çeşitlerinden kaç derecelik açılar ile yansıdığı açıölçer ile ölçer. Paralel gönderilen ışığın, aynaların değişik konumlarında, kaç derecelik açı ile yansıdığı ölçer. Yansıma kanunlarını matematik konusu açıları öğrenme alanıyla ilişkilendirme yapılır.</p>

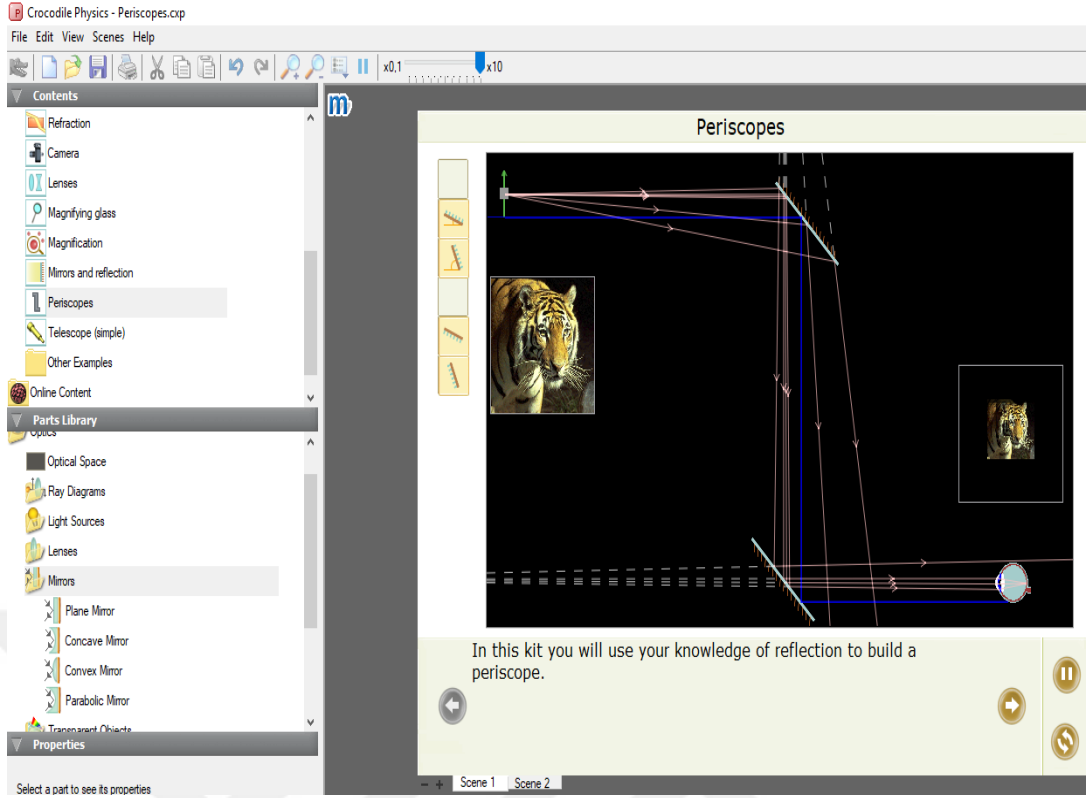
Çizelge 3.3. (Devam) Etkinliklere ait kazanımlar ve FeTeMM boyutları

<p>3- Işığın Kırılması“ İllüzyonistlerin Sırrı”</p>	<p>-Ortam değiştiren ışığın izlediği yolu gözlemleyerek kırılma olayının sebebini ortam değişikliği ile ilişkilendirir. - Işığın tam yansıma olayını ve sınır açısını analiz eder. -Öğrencilerin deney veya simülasyonlarla oluşturulan tam yansıma olayını ve sınır açısını yorumlamaları sağlanır.</p>	<p>Kırılma kanunları kavramı üzerinde durulur.</p>	<p>Kırılma malzemelerin seçimi, kullanılabilirlik ve maliyet konusunda uygun seçim yapılır.</p>	<p>İllüzyonistlerin gösterileri sırasında kullandıkları tekniklerden biri olan ışığın kırılması olayını açıklayabilme için bir ortam hazırlanır.</p>	<p>Snell yasası ile ilgili matematiksel hesaplamalar yapılır.</p>
<p>4-Mercekler “Film Gösterisi”</p>	<p>- Merceklerin özelliklerini ve mercek çeşitlerini açıklar. -Cam şişelerin ve cam kırıklarının mercek gibi davranarak orman yangınlarına sebep olduğu açıklar. -Merceklerin oluşturduğu görüntünün özelliklerini açıklar. a) Merceklerdeki özel ışınlar verilir. Görüntü oluşumlarına dair çizimler yapar. b) Deney veya simülasyonlar yardımıyla merceklerin oluşturduğu görüntü özelliklerinin incelenmesi sağlanır. c) Öğrencilerin merceklerin nerelerde ve ne tür amaçlar için kullanıldığına örnekler vermeleri sağlanır.</p>	<p>İnce Kenarlı Merckte: özel ışınlar, görüntü çizimi; Kalın Kenarlı Merckte: özel ışınlar, görüntü çizimi üzerinde durulur.</p>	<p>Projeksiyon tasarımında kullanılacak malzemelerin seçimi, kullanılabilirlik ve maliyet konusunda uygun seçim yapılır.</p>	<p>Film şeridinde yer alan görüntüleri film izler gibi seyretmek için hazırlanacak mühendislik ürünü (projeksiyon) için farklı tasarımların hazırlanması, en uygun seçime karar verilmesi, hazırlanması ve uygulanması yapılır.</p>	<p>Kullanılacak mercek türüne göre odak ve merkez noktaları matematiksel ölçüm yaparak belirlenir.</p>
<p>5-Aynalar ve Merceklerin Bir Arada Kullanımı “Karakalem Çalışması”</p>	<p>-Aynaların ışığı yansıtması, merceklerin ise ışığı kırıldığı özelliklerinin bir arada kullanımını keşfeder. -Problem çözümü için çözümler üretir. -Problem çözümünü çözmeye yönelik özgün tasarımlar yapar. -Tasarım önerisinin benzer ürünlerden farklı olabilmesi gereken özellikleri sorgular.</p>	<p>Aynaların ışığı yansıtma, Merceklerin ışığı toplama veya dağıtma özelliklerini bir arada kullanımı üzerinde durulur.</p>	<p>Karakalem çalışmasında kullanılması için hazırlanan tasarım ürünü malzemelerinin seçimi, kullanılabilirlik ve maliyet konusunda uygun seçim yapılır.</p>	<p>Karakalem çalışmasında kullanılması için hazırlanacak mühendislik ürünü için farklı tasarımların hazırlanması, en uygun seçime karar verilmesi, hazırlanması ve uygulanması yapılır.</p>	<p>Düzlem ayna ve mercek kombinasyonu kullanılarak görüntünün net olduğu nokta ölçüm yaparak belirlenir.</p>

3.3. Uygulamanın Yürütülmesi

Araştırmanın uygulama sürecinde kullanılan etkinlikler, Fen Bilgisi Öğretmenliği Programı ikinci sınıf düzeyinde, Genel Fizik Laboratuvarı III dersi içerisinde yer alan Optik konuları kapsamında belirlenen kazanımlar çerçevesinde hazırlanmıştır. Uygulama, aynı araştırmacı tarafından yürütülmüş ve hafta da 2 ders saati üzerinden ilerlemiştir. Her bir etkinlik için 2 hafta (4 ders saati) süre ayrılmıştır. Araştırmaya ait uygulama süreci Çizelge 3.4. de verilmiştir.

Çalışma gurubu öğrencilerine; simülasyon tabanlı sorgulayıcı öğrenme ortamında gerçekleştirilen FeTeMM eğitimi çerçevesinde hazırlanan etkinlikler uygulanmıştır. Sorgulayıcı öğrenme kapsamında hazırlanan bu etkinliklerin keşfet (explore) aşamasında Crocodile Physics 605 simülasyon programı kullanıldı (<http://crocodile-clips.com/tr/>). Crocodile Physics programı, öğrencilere elektrik, hareket, optik ve dalga konularında kendi tasarımlarına uygun sanal deneyler yapma fırsatı verir (Şekil 3.1.). Crocodile Physics programında konular bir bütün olarak sunulur. Şekil 3.1.'de görüldüğü gibi, ekranın solunda, konuya, nesneye ve deneylere fırsat veren menüye ayrılmış modeller vardır. Kullanıcılar araçları ve malzemeleri oluşturabilir veya seçebilirler. Grafik oluşturma gibi seçenekleri de bulunan programda, ihtiyaç duydukları resim ve sembollere de ulaşabilirler. Ekranın üst kısmında, kullanıcıların deney mekanizmasında değişiklikler yapmasına izin veren kısayol tuşları bulunur.



Şekil 3. 1. Crocodile Physics simülasyon programı

Etkinliklerin uygulanmasından önce, bu programının kullanımı anlatılmış, etkinlikler sırasında kullanılması amaçlanan simülasyon yazılımının tanıtımı yapılmıştır. Bu yazılım sayesinde keşfet aşamasında belirledikleri hipotezleri test etmek amaçlı deneylerin tasarlanması yapılmıştır. Elde ettikleri sonuçlara göre tasarımlarını oluşturmaları hedeflenmiştir. Öğrenciler, uygulama öncesinde gruplar arası homojen, grup içi heterojen olacak şekilde altı gruba ayrılmış ve kendilerini ifade eden özgün bir grup ismi oluşturmaları istenmiştir. Çalışma kapsamında öğrenciler, problemin çözümü için gerekli olan bilgileri keşfetmeleri amacıyla simülasyon programı kullanmışlardır. Yani keşfetme basamağında hipotezleri test etmek amacıyla simülasyonlar kullandılar. Elde ettikleri sonuçlardan (bilgi, veri ve bulgular) yararlanarak gerçek malzemelerle problemin çözümüne yönelik tasarım oluşturmuşlardır.

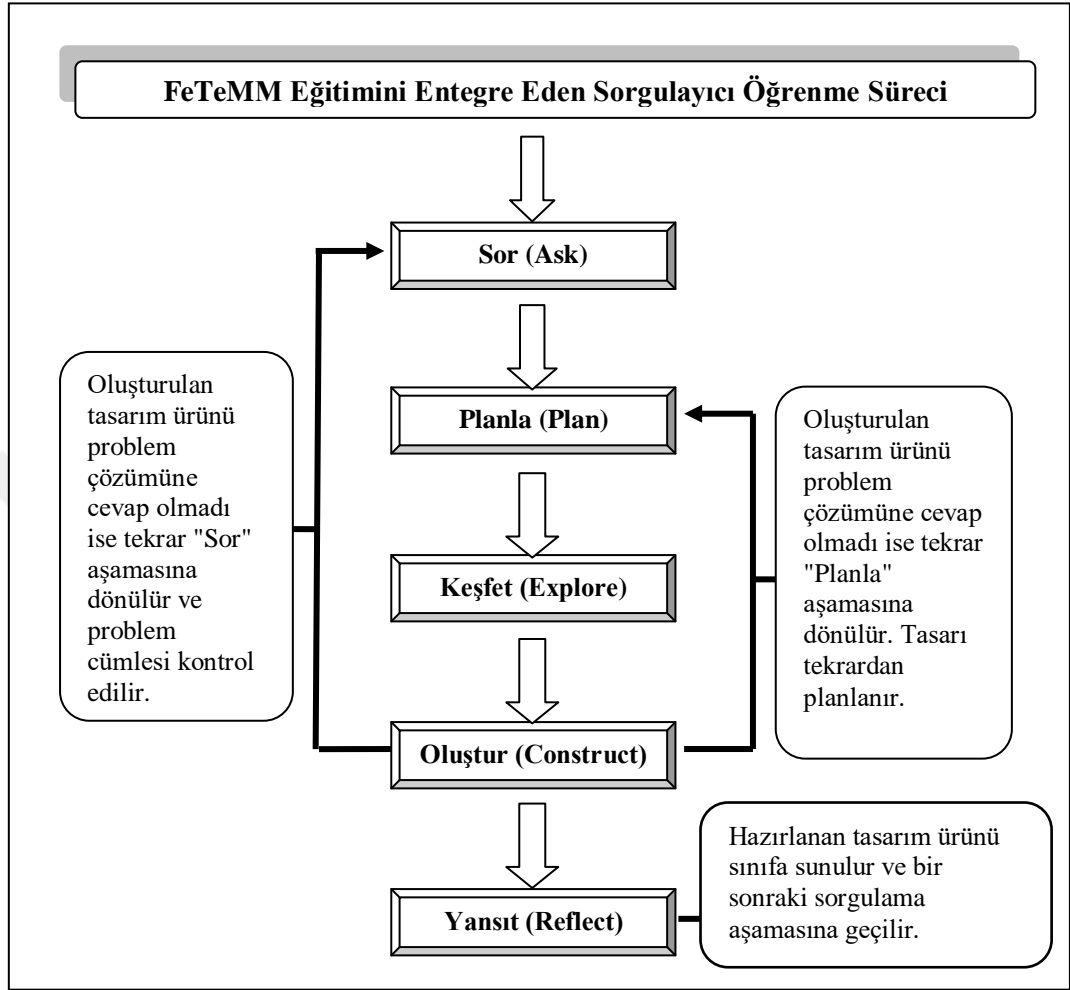
Çizelge 3. 4. Araştırmanın uygulama süreci

Haftalar	Çalışma Grubu Uygulama Süreci
1. Hafta	Tanışma, Crocodile Physics 605 programının tanıtımı ve Ön Test (FFÖ ve BSBT) uygulanması
2. ve 3. Hafta	Etkinlik 1- "Melek'in Köy Macerası"
4. ve 5. Hafta	Etkinlik 2- "Savaşlarda Teknoloji"
6. ve 7. Hafta	Etkinlik 3- "İllüzyonistlerin Sırrı"
8. ve 9. Hafta	Etkinlik 4- "Film Gösterisi"
10. ve 11. Hafta	Etkinlik 5- "Kara Kalem Çalışması" ve Son Test (FFÖ ve BSBT) uygulanması
12. Hafta	FeTeMM-GF uygulanması

Öğrencilerden tasarım ürünlerinin oluşturulmasında kullanılan malzemelerin ekonomik olma durumları göz önünde bulundurularak seçmeleri istenmiştir.

Uygulamalar sırasında yürütülen sorgulamaya dayalı öğrenme aşamaları Çizelge 3.5.'de verilmiştir. Bu basamaklar, Lim (2004) tarafından belirlenen sorgulayıcı öğrenme modeli aşamalarından yararlanılarak gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3. 5. Sorgulamaya dayalı öğrenm sürecinde FeTeMM Eğitimi işlem basamakları



Başlangıç olarak, mühendislik problemlerinin sunulduğu durum senaryosu ile başlanmaktadır (Bkz. EK 2). Bu senaryo, öğrencilerin hayatlarına bağlı olmalı ve onlarda merak uyanmalıdır. Öğrencilerin, verilen senaryoyu içselleştirebilmeleri ve anlamlandırmaları için senaryo ile ilgili sorular sorulmuş, cevaplandırmaları istenmiştir. Senaryo içinde geçen alt problemlerin belirlenmesi ve beyin fırtınası tekniğiyle ortak bir mühendislik problemi belirleme süreciyle ilerleme sağlanmıştır.

Bu basamakta her grup kendi içerisinde senaryoya yönelik soruları cevaplamış ve senaryoyu anlamlandırmaya çalışmıştır. Senaryo içerisinde geçen mühendislik kavramı sayesinde öğrencilerin mühendis rolüne bürünmeleri amaçlanmıştır. Gruplar, bir sonraki aşama olarak senaryoda geçen alt problemleri

belirlemiştir. Böylelikle senaryo içerisinde asıl verilmek istenen mühendislik problemine yaklaşımları sağlamıştır. Bir sonraki basamağa geçmeden önce her öğrenci üyesi olduğu grup arkadaşları ile birlikte beyin fırtınası tekniğinden yararlanarak ortak bir mühendislik problemi belirlemeye çalışırlar. Böylelikle çözüm bulmaları gereken probleme karar vermiş olurlar.

3.3.2. Planla (Plan) Aşaması

Bu basamak, belirlenen mühendislik problem durumu ile ilgili bilinenler ve çözümü için öğrenilmesi (bilinmesi) gerekenler hakkında araştırma yapılmasını, bilgi ve kaynaklarının toplanmasını içerir.

Öğrenciler kısıtlı ders zamanlarını en iyi şekilde değerlendirmek amacıyla bu basamakta kendi öğrenme planlarını ve problem çözme stratejilerini tasarlar. Her grup beyin fırtınası tekniğini kullanarak, mühendislik problem durumu ile ilgili bilinmesi (öğrenilmesi) gerekenler listesini belirler. Ayrıca bu basamakta, bütün gruplar kendi içerisinde her bir grup üyesi için öğrenci rollerini tartışır. Böylelikle grup içinde eşit görev dağılımı yapılmış ve her üye süreç içerisinde aktif rol üstlenmesi sağlanmıştır.

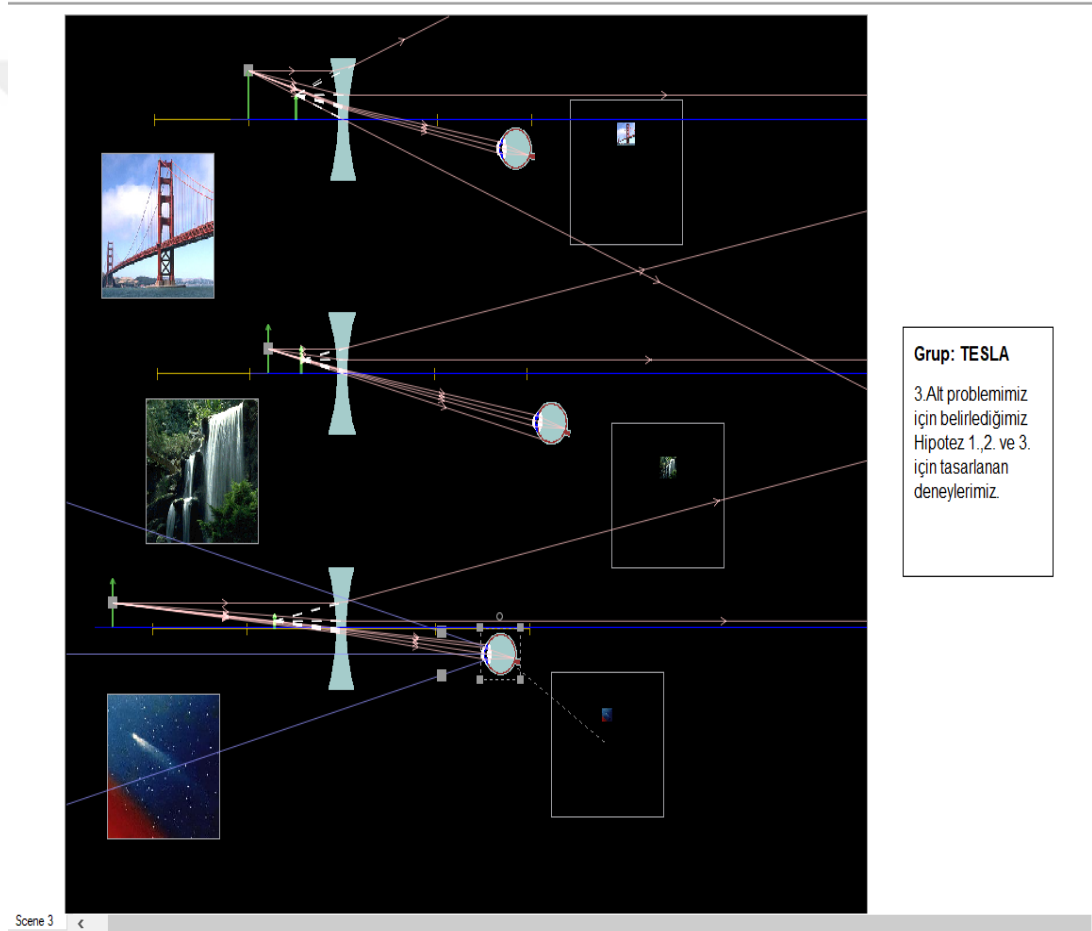
3.3.3. Keşfet (Explore) Aşaması

Öğrenciler "Sor (Ask)" basamağında belirledikleri mühendislik problemin çözümünü düşünerek bütün arka plan bilgilerini, okumaları, web siteleri, kaynaklar ve açık dizileri kullanırlar. Ders yürütücüsü bu durumda sorgulama sürecini kolaylaştırmak amacıyla gerek gördüğü noktalarda öğrencilere yardım sağlayabilmektedir.

Bu basamakta, öğrenciler üyesi oldukları grup arkadaşları ile birlikte daha önceki basamakta belirledikleri mühendislik probleminin çözümü için hipotezler kurup bu hipotezler sonucunda bağımlı, bağımsız ve kontrol değişkenlerini tespit etmişlerdir. Kurulan bu hipotezlerin doğruluğunu kanıtlamak amacıyla deneyler tasarlamışlardır. Öğrencilerinden deneylerini simülasyon programı ile tasarlamaları

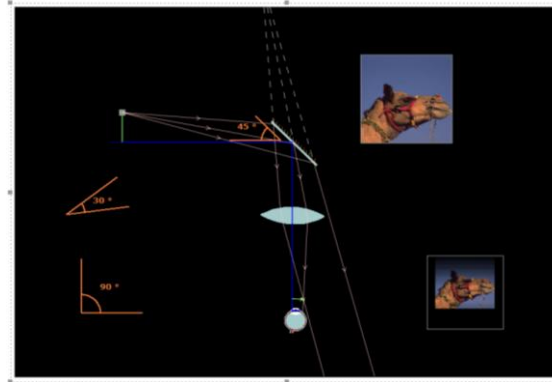
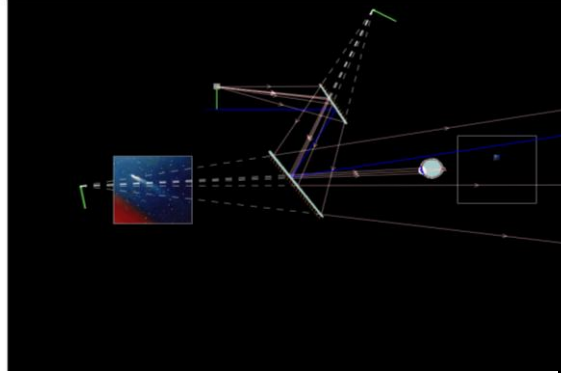
istenmiştir (Bkz. EK 1). Deneylerde kullanılacak olan malzemelerin de grup üyeleri tarafından belirlenmesi istenmiştir. Böylelikle her grup kendi deneyinin yürütücülüğünü üstlenmiş olup karar verme becerilerinin gelişimi desteklenmiştir.

Öğrenciler tasarladıkları bu deneyleri simülasyon programı ile test etmiştir. Grupların tasarladıkları deney görüntüleri ise Şekil 3.2.'de gösterilmektedir. Gerçekleştirilen deneylerin sonunda grup üyeleri kurdukları hipotezlerin hangilerinin doğru olup olmadığını kendi grupları içerisinde tartışmışlar ve ulaştıkları sonuçları not etmişlerdir.



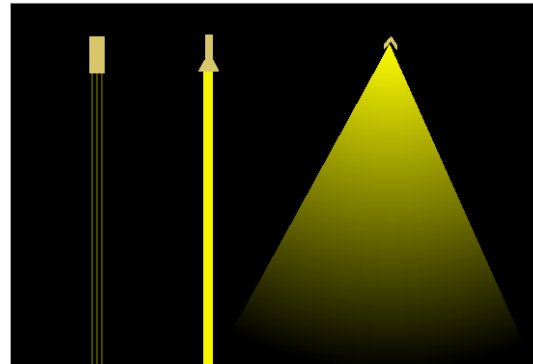
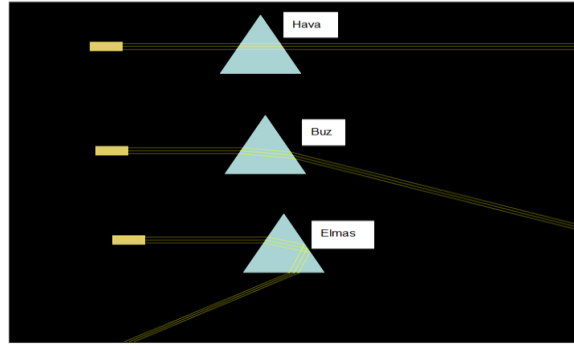
Şekil 3. 2. Çalışma grubuna ait simülasyon programında tasarlanan deney örnekleri

Grup: YILDIZLAR
2. Alt problem için tasarlanan deney.



Grup: EINSTEIN
3. Alt problem için belirlenen hipotezlerin deneyleri yapıldı.

Grup: NEBULA
1. Alt problem için belirlenen hipotezlerin deneyleri



Grup Halley:
Işık kaynaklarının daha fazla aydınlık sağlayabilmesi için yapılan deneylerimiz.

Şekil 3. 2. (Devam) Çalışma grubuna ait simülasyon programında tasarlanan deney örnekleri

3.3.4. Oluştur (Construct) Aşaması

Öğrencilerden bir önceki basamakta elde ettikleri sonuçlardan anlam çıkarmaları ve ulaştıkları bu sonuçlar dâhilinde belirledikleri mühendislik probleminin çözümü için mühendislik fikirleri önermelerini, önerdikleri bu fikirleri ise tasarıya dönüştürmeleri istenmektedir. Oluşturdukları mühendislik ürününü probleme çözüm olup olmadığı bu basamakta denenmiş olup, hangi aşamalardan geçtiklerinin sorgulanması yine bu basamakta gerçekleşmektedir.

Bu basamakta öğrenciler, üyesi oldukları gruplarda bir önceki basamakta elde ettikleri veri ve sonuçları göz önünde bulundurarak senaryoda geçen mühendislik problemin çözümü için beyin fırtınası yaparak mühendislik tasarım fikirleri üretmişlerdir. Ürettikleri bu fikirlerin görsellerinin çizimleri istenmiştir. Grup içerisinde en uygun çözüm olarak görülen modelin seçimi yapılması ve seçilen modelin neden işe yarayacağını düşündükleri tartışıp, karar vermeleri istenir. Mühendislik modelinin oluşturulması için gerekli malzemeler grup üyeleri tarafından belirlenmiştir. Seçilecek malzemelerin ekonomiklik özelliğinin bulundurmaları ilk şart olmuştur. Uygulamalar sonunda öğrencilerin oluşturduğu örnekler Şekil 3.3'te gösterilmektedir. Senaryodan belirlenen mühendislik problem cümlesine çözüm olarak düşünülen modeli oluşturup, test edilmesi yine bu basamakta gerçekleşmektedir. Test sonuçlarına göre her grup, üyeleri arasında tartışarak ulaştıkları karara göre tasarımı değiştirmek için "planla (plan)" basamağına dönebilir, "sor (ask)" basamağına dönüp mühendislik problemlerini değiştirebilir ya da bir sonraki basamağına geçebilirler. Böylelikle sorgulayıcı öğrenme ortamının sistematik özellikleri öğrenciler tarafından kullanılmış olmuştur.



Şekil 3. 3. Çalışma grubuna ait mühendislik tasarım ürünü örnekleri

3.3.5. Yansıt (Reflect) Aşaması

Öğrenciler sonuçlarını ve kendi sorgulama süreçlerini değerlendirirler. Elde ettikleri sonuçları yeni bir duruma uygulayıp bir sonraki sorgulama döngüsü için yeni sorular hazırlarlar. Planla (Plan) basamağında belirledikleri bilinenler ve öğrenilmesi (bilinmesi) gerekenler listesine öğrendiklerini de ekleyerek listeyi sonlandırırılar. Son olarak öğrenciler bu aşamaya gelene kadar hangi süreçlerden geçtikleri ve tasarım ürünleri hakkındaki fikirlerini seçtikleri bütün gruplara ifade ederler.

Öğrenciler son basamakta hangi aşamalardan geçtiklerini her grup kendi içinde belirleyip daha sonra bütün sınıfa duyurmak adına not etmişlerdir. Bilinen ve öğrenilmesi (bilinmesi) gerekenler listesine neler öğrenildiğini ekleyerek liste tamamlamışlardır. Oluşturdukları mühendislik tasarımı hakkındaki düşüncelerini ortaya çıkarmaları için sunulan soruları cevaplamışlardır. Böylelikle tasarımlarının içselleştirebilmeleri sağlanmıştır. Son aşamada, öğrencilerin elde ettiği sonuçları ve tasarımları üyesi oldukları grup içerisinde grup sözcüsü olarak seçtikleri kişi veya kişileri tarafından bütün sınıfın katılım gösterdiği tartışma ortamında sunumu gerçekleştirilir. Böylelikle her grubun mühendislik problemi çözümü için hangi aşamalardan geçtikleri herkes tarafından tartışılabilir bir duruma getirilir. Sunuma ait örnekler ise Şekil 3.4.'de verilmiştir.



Şekil 3. 4. Çalışma grubu yansıt aşaması örnekleri

3.4. Çalışma Grubu

Çalışma grubu, 2016-2017 eğitim-öğretim yılında Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı ikinci sınıfında bulunan ve Genel Fizik Laboratuvar III dersine kayıtlı 39 öğrenciden (34'ü kız, 5'i erkek) oluşmaktadır.

Çalışma grubu örnekleme belirlenirken, amaçlı (olasılıklı olmayan) örnekleme yöntemlerinden kolay ulaşılabilir durum örnekleme (convenience sampling) yöntemi kullanılmıştır. Araştırmacının çevresinde ulaşabildiği en kolay örneklemin alınmasını içermektedir (Yaşın, 2003). Nitel araştırmalarda yaygın olarak kullanılan bir yöntem olan kolay ulaşılabilir durum örnekleme, maliyet ve zaman açısından avantaj sağlamaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Çünkü bu yöntemde araştırmacı, yakın olan ve erişilmesi kolay olan bir durumu seçer. Kolay ulaşılabilir durum örnekleme, çoğu zaman araştırmacının diğer örnekleme yöntemlerini

kullanma olanağının bulunmadığı durumlarda kullanılır. Çalışma grubunda yer alan öğrencilerin demografik özellikleri Çizelge 3.6.'da verilmiştir.

Çizelge 3. 6. Çalışma grubu öğrencilerinin demografik özellikleri

CİNSİYET	FREKANS (f)	YÜZDE (%)
KIZ	34	87
ERKEK	5	13
TOPLAM	39	100

3.5. Veri Toplama Araçları

Araştırmada verilerin toplanabilmesi, araştırmanın değerlendirilmesi, öğrencilerin FeTeMM farkındalık ve bilimsel süreç becerilerinin durumlarının uygulama öncesi ve sonrası istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olup olmadığını ölçmek amacıyla, nicel boyutta "FeTeMM Farkındalık Ölçeği" ve "Bilimsel Süreç Beceri Testi"; nitel boyutta ise "FeTeMM Görüşme Formu" kullanılmıştır.

3.5.1. FeTeMM Farkındalık Ölçeği (FFÖ)

FeTeMM Farkındalık Ölçeği (FFÖ), öğrencilerin derslerde kullandıkları etkinliklerin FeTeMM eğitimine karşı bir farkındalık yaratıp yaratmadığını ölçmek amacıyla kullanılmıştır. Ölçek, öğrencilere ön test ve son test olarak uygulanmıştır.

Öğretmen adaylarının FeTeMM'e dönük farkındalık düzeylerini belirlemek amacıyla Buyruk ve Korkmaz (2014) tarafından geliştirilen 17 maddelik 5'li likert tipi ölçek kullanılmıştır. Buyruk ve Korkmaz (2014)'ın geliştirdiği bu ölçekte kullanılan her bir madde için; Kesinlikle Katılmıyorum (1), Katılmıyorum(2),

Kararsızım (3), Katılıyorum (4), Kesinlikle Katılıyorum (5) şeklinde seçenekler sunulmuştur. Ölçeğin faktörler bazında ve bütün halinin güvenilirlik analizi için; Cronbach Alfa güvenilirlik katsayısı, iki eş yarı korelasyonu, Guttman split-half, Sperman-Brown ve güvenilirlik formüllerinden yararlanılmıştır. Yapılan analizler sonucunda FFÖ'nün iki eş yarı korelasyonları, 832; Sperman Brown güvenilirlik katsayısı ,908; Guttman Split-Half değeri ,903; Cronbach Alfa güvenilirlik katsayısı ise ,927 olarak ortaya çıkmıştır. Ayrıca "Olumlu Bakış" faktörüne ilişkin eş yarı korelasyonunun ,873; Sperman Brown değerinin ,932; Guttman Split-Half değerinin ,932; Cronbach Alfa değerlerinin ise 0,929 olduğu görülmektedir. Diğer boyu olan "Olumsuz Bakış" faktörüne ilişkin eş yarı korelasyonu ,667; Sperman Brown değeri ,800; Guttman Split-Half değeri ,764; Cronbach Alfa değeri ise,806'dır. Ölçeğin bu çalışma da bütününe ait Cronbach Alfa güvenilirlik katsayısı 0,976 olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlar neticesinde ölçeğin güvenilir bir ölçme aracı olduğu söylenebilir.

FFÖ, araştırmada öğrencilere ön test ve son test olarak uygulanmıştır (Bkz. EK 3).

3.5.2. Bilimsel Süreç Beceri Testi (BSBT)

Araştırma kapsamında belirlenen becerilerin gelişiminin ölçülmesi amacıyla öğrencilere uygulanan "Bilimsel Süreç Beceri Testi" (BSBT); Burns vd., (1985) tarafından geliştirilmiştir. 36 çoktan seçmeli sorulardan oluşan bu testin Türkçe'ye çevrili ve uyarlanması ise Geban vd. (1992) tarafından yapılmıştır. Testin Cronbach Alfa güvenilirlik katsayısı ,77 olarak bulunmuştur (Geban vd., 1992). Kanlı ve Temiz (2006) tarafından testin öğretmen adaylarıyla gerçekleştirildiği çalışmada testin güvenilirliği için 220 öğretmen adayıyla yapılan istatistiksel değerlendirmeler sonucunda Cronbach Alfa güvenilirlik katsayısı ,79 olarak bulunmuştur. Bu çalışmada ise testin Cronbach Alfa güvenilirlik katsayısı ,75 olarak tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre testin oldukça güvenilir olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Testte doğru cevaplanan her soru için "1" yanlış cevaplanan her soru için ise "0" puan verilmiştir. Testten alınacak maksimum puan "36", minimum puan ise "0" dır.

BSBT, araştırmada öğrencilere ön test ve son test olarak uygulanmıştır (Bkz. EK 4).

3.5.3. FeTeMM Görüşme Formu (FeTeMM-GF)

Uygulamanın nitel boyutunda ele alınan simülasyon tabanlı sorgulamaya dayalı FeTeMM eğitimi hakkındaki görüşleri belirlemek ve uygulama sonrası nicel verileri desteklemek amacıyla öğrenci görüşlerine başvurulmuştur. Bu görüşleri belirlemek amacıyla yarı yapılandırılmış FeTeMM Görüşme Formu (FeTeMM-GF) hazırlanmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşme tekniğinin araştırmacıya sunduğu en önemli kolaylık görüşmenin önceden hazırlanmış görüşme protokolüne bağlı olarak sürdürülmesi ile daha sistematik ve karşılaşılabilir bilgi sunmasıdır (Yıldırım ve şimşek, 1999). Sorular araştırmacı tarafından hazırlanmış ve kapsam geçerliliği uzman öğretim üyeleri tarafından onaylanmıştır. FeTeMM-GF'ye gerekli düzenlemeler yapılarak 7 sorudan oluşacak şekilde son hali verilmiştir. Hazırlanan FeTeMM-GF (Bkz. EK 5), uygulamaların bitiminde uygulanmıştır.

3.6. Verilerin Analizi

Araştırmada nicel verilerin analizleri 15.0 SPSS/PC istatistik programı yardımıyla elde edilmiştir. Öğrencilere ön test-son test "FeTeMM Farkındalık Ölçeği" ve "Bilimsel Süreç Beceri Testi" puanlarının arasında anlamlı bir ilişkinin olup olmadığını belirlemek için bağımlı (ilişkili) t-testi analizleri yapılmıştır. Bu test ya aynı deneyin tekrarlı ölçümleri ya da eşleştirilmif örneklemelerden elde edilen ölçümler söz konusu olduğunda kullanılır (Metin, 2016). Ayrıca Otrar (t.y.), örneklem sayısının 30'dan fazla olduğu ($n > 30$) ya da normal dağılımın sağlandığı durumlarda iki ilişkili grubun aritmetik ortalamaları arasındaki farkın anlamlı olup olmadığını belirlemek amacıyla da kullanılan bir teknik olduğunu belirtmiştir. Yapılan bu çalışmada da örneklem sayısı $n=39$ olması ($n > 30$) bağımlı (ilişkili) gruplar t-testi yapılabileceğini göstermiştir. Büyüköztürk (2015), öğrencilerin deneysel işlem öncesi ve sonrasında bağımlı değişkene ilişkin bulguları alındığında,

bireylerin zamana bağılı tekrarlı ölçümleri söz konusudur ve bu ölçümlerin de ilişkili olduğundan bahsetmiştir.

Araştırmada değişkenler arasında anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ kabul edilmiştir. Ayrıca bu çalışmada Cohen d (d) değeri de hesaplanmıştır. Cohen standardize edilmiş etki büyüklüğü indeksi olan d değeri karşılaştırılan ortalamaların birbirinden kaç standart sapma uzaklaştığını yorumlama imkânı verir (Büyüköztürk, 2015). İşaretine bakmaksızın d-değeri .2, .5 ve .8 olmak üzere sırasıyla "küçük" (small), "orta" (medium) ve "geniş" (large) etki büyüklüğü olarak yorumlanır (Büyüköztürk, 2015). Hipotez testlerinde etki büyüklüğü değerlerinin de hesaplanarak yorumlanması, sonuçların anlaşılabilirliğini artıracaktır (Büyüköztürk, 2015). İlişkili t-testi için Cohen d etki büyüklüğü istatistikleri aşağıdaki formül ile hesaplanabilir (Büyüköztürk, 2015) ;

$$d = \frac{t}{\sqrt{N}}$$

3.6.1. FeTeMM Farkındalık Ölçeğine İlişkin Analiz

FFÖ, 17 maddelik 5'li likert tipli bir ölçektir. Öğrencilere ön ve son test olarak uygulanmıştır.

Öğrencilerin uygulama öncesi ve sonrasında FeTeMM farkındalık durumlarının arasında anlamlı bir fark olup olmadığını tespit etmek amacıyla "İlişkili (Bağımlı) Gruplar t-testi (Paired Sample t-testi)" yapılmıştır.

3.6.2. Bilimsel Süreç Beceri Testine İlişkin Analiz

Ölçme aracı, 36 sorudan oluşan çoktan seçmeli bir testtir. Bu testte en yüksek 36 puan, en düşük puan 0 puan alınmaktadır. Öğrencilerin uygulama öncesindeki bilimsel süreç becerileri durumunu belirlemek için ön test, uygulama sonrasında ki bilimsel süreç becerileri durumunu belirlemek için son test olarak uygulanmıştır.

Öğrencilerin bilimsel süreç becerileri durumlarının uygulama öncesi ve sonrasında anlamlı fark olup olmadığını belirlemek amacıyla "İlişkili (Bağımlı) Gruplar t-testi (Paired Sample t-testi)" yapılmıştır.

3.6.3. FeTeMM Görüşme Formunun Analizi

FeTeMM-GF, 7 sorudan oluşan yarı yapılandırılmış bir formdur. Bu formdan elde edilen ham veriler, içerik analizi tekniği ile değerlendirilmiştir. İçerik analizi ile birbirine benzeyen verileri belirli kavramlar ve temalar çerçevesinde bir araya getirmek ve bunları okuyucunun anlayabileceği bir biçimde düzenleme yoluna gidilerek sınıflandırma yapılmıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Toplanan verilerin ayrıntılı olarak rapor edilmesi ve araştırmacının sonuçlara nasıl ulaştığını açıklaması nitel bir araştırmada geçerliğin önemli ölçütleri arasında yer almaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Ölçümlerin güvenilirliğini sağlamak kapsamında araştırmada elde edilen veriler, söz konusu kategorileri temsil edip etmediğini belirlemek amacıyla iki araştırmacının birbirinden bağımsız olarak belirledikleri kategoriler karşılaştırılmıştır. Kategorilerin kıyaslanması sürecinde görüş birliği ve görüş ayrılığı sayıları belirlenerek araştırmacıların oluşturdukları kategorilerin tutarlılığı tespit edilmiştir. Veri analizinin güvenilirliği, Miles ve Huberman (1994)'ın önerdiği güvenilirlik formülü ($\text{Güvenirlik} = \frac{\text{Görüş Birliği}}{[\text{Görüş Birliği} + \text{Görüş Ayrılığı}]} * 100$) kullanılarak hesaplanmış ve %86,78 olarak bulunmuştur. Güvenirlik hesaplarının %70'in üzerinde çıkması, araştırma için güvenilir kabul edilmektedir (Miles ve Huberman, 1994). Bu araştırmada öğrencilerin kimlikleri saklı tutulmuş ve kız öğrenciler için K1, K2, ...; erkek öğrenciler için ise E1, E2, şeklinde numara verilmiştir.

4. BULGULAR ve YORUM

Simülasyon tabanlı sorgulayıcı öğrenme ortamında gerçekleştirilen FeTeMM eğitimi etkilerinin araştırıldığı çalışmanın bu kısmında, elde edilen bulgulara ve bu bulgulara yönelik gerçekleştirilen yorumlara yer verilmiştir. Araştırmada nicel boyutunda FFÖ (Bkz. EK 3) ve BSBT (Bkz. EK 4) ölçekleri kullanılırken; nitel boyutunda ise FeTeMM-GF (Bkz. EK 5) kullanılmıştır.

4.1. Nicel Bulgular

Araştırma boyutunda belirlenen alt problemlerin çözümü yönünde FFÖ ve BSBT ön test-son test olarak uygulanmıştır. Uygulama sonunda elde edilen verilere ait betimsel istatistik sonuçları ise Çizelge 4.1.'de verilmiştir.

Çizelge 4. 1.Çalışma grubu öğrencilerinin betimsel istatistik analiz sonuçları

Testler	N	Ranj	Minimum	Maksimum	X	SS	Alınabilecek Puan Aralığı
FFÖ- Olumlu Boyut Ön Test	39	1,08	1,83	2,92	2,28	0,26	1-5
FFÖ- Olumlu Boyut Son Test	39	1,58	3,42	5,00	4,21	0,43	1-5
FFÖ- Olumsuz Boyut Ön Test	39	1,40	3,40	4,80	4,11	0,39	1-5
FFÖ- Olumsuz Boyut Son Test	39	2,00	1,00	3,00	1,92	0,57	1-5
BSB- Ön Test	39	12,00	14,00	26,00	19,77	3,21	0-36
BSB- Son Test	39	19,00	13,00	32,00	24,18	5,18	0-36

Çizelge 4.1 incelendiğinde FFÖ alt boyutları uygulama sonrasında daha geniş ranja sahip olduğu görülmüştür. FFÖ'nün en yüksek ve en düşük puanları, 5,00-1,00'dır. Ayrıca BSBT'ye ait en yüksek ve en düşük puanlar ise 32,00-13,00'dır. FFÖ ön test- son test ortalamalarına bakıldığında ise, olumsuz boyut ortalaması 4,11'den 1,92'ye düştüğü; olumlu boyutta ise ortalamanın 2,28'ten 4,21'e çıktığı görülmüştür. Bu durum neticesinde öğrencilerin FeTeMM farkındalık durumları sayısal olarak artmıştır. BSBT'nin ortalama puanlarının da yükseldiği görülmüştür. Standart sapma değerleri incelediğinde ise uygulama sonrasında bütün alt testlerde arttığı görülmektedir. Bu artış son test puan dağılımlarının daha heterojen olduğunu göstermektedir.

FeTeMM Farkındalık Ölçeğine Yönelik Bulgular

Öğrencilerin uygulamalar öncesi ve sonrası olumlu boyut ile olumsuz boyut FeTeMM farkındalık durumları arasında anlamlı farklılık olup olmadığına ilişkin bağımlı (ilişkili)-t testi sonuçları Çizelge 4.2. ve Çizelge 4.3.'te verilmiştir.

Çizelge 4.2. incelendiğinde öğrencilerin olumlu boyut ön test ve son test arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğu görülmüştür. Öğrencilerin ön test ortalamasının $X=2,28$ olurken, son test ortalaması $X=4,21$ olmuştur. P değeri ise $0,00 < 0,05$ olduğundan öğrencilerin olumlu boyut ön test ve son testleri arasında FeTeMM farkındalık durumları açısından anlamlı bir farklılık olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca bu değerlere ek olarak Cohen standardize edilen etki büyüklüğü olarak bilinen d değeri de 3,92 olarak bulunmuştur. Elde edilen bu sonuçlar neticesinde uygulamalar sırasında kullanılan etkinliklerin FeTeMM farkındalık durumlarını olumlu yönde etkilediği ve geniş etki değerine sahip olduğu şeklinde düşünülmektedir.

Çizelge 4. 2. Öğrencilerin olumlu boyut ön test-son test puanlarına ilişkin bağımlı (ilişkili) t-testi sonuçlarının karşılaştırılması

Testler	N	X	SS	Sd	T	P	d
Ön Test	39	2.28	0.26				
				38	-24.49	.00	3,92
Son Test	39	4.21	0.43				

Not: $p < 0,05$

Gerçekleştirilen uygulamalar, bireylerin FeTeMM farkındalık durumlarını olumlu yönde artırmıştır (Bkz. Çizelge 4.2.). Bu artışa uygulamanın bireyler üzerinde ilk defa uygulanıyor olmasının neden olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4.3. incelendiğinde öğrencilerin olumsuz boyut ön test ve son test arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğu tespit edilmiştir. Öğrencilerin ön test ortalamasının $X=4,11$ olurken, son test ortalaması $X=1,92$ olmuştur. P değeri ise $0,00 < 0,05$ olduğundan öğrencilerin olumsuz boyut ön test ve son testleri arasında FeTeMM farkındalık durumları açısından anlamlı bir farklılık olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca bu değerlere ek olarak etki büyüklüğü olarak bilinen d değeri de 2,83 olarak bulunmuştur. Bu durumda uygulanan etkinliklerin öğrencilerin FeTeMM eğitimine karşı olumsuz düşüncelerini azalttığı ve bu anlamda geniş etki değerine sahip bir etki yaptığı düşünülmektedir.

Çizelge 4. 3. Öğrencilerin olumsuz boyut ön test ve son test puanlarına ilişkin bağımlı (ilişkili) gruplar t-testi sonuçlarının karşılaştırılması

Testler	N	X	SS	Sd	T	P	d
Ön Test	39	4.11	0.39				
				38	17.69	.00	2.83
Son Test	39	1.92	0.57				

Not: $p < 0,05$

Gerçekleştirilen bağımlı (ilişkili) t-testi sonucuna göre bireylerin uygulamalar öncesinde sahip oldukları olumsuz yönde olan FeTeMM farkındalık durumlarının uygulamalar sonunda azaldığı görülmüştür (Bkz. Çizelge 4.3.). Bu azalış, çalışma grubunda gerçekleştirilen uygulamaların bireyler üzerinde olumlu bir etki bıraktığı ve böylece uygulama öncesinde sahip oldukları olumsuz FeTeMM farkındalık durumlarının azalmasına neden olduğu şeklinde yorumlanmıştır.

Bilimsel Süreç Beceri Testine İlişkin Bulgular

Simülasyon tabanlı sorgulayıcı öğrenme ortamı FeTeMM eğitimi etkinliklerinin uygulandığı öğrencilerde, uygulama öncesi ve sonrası bilimsel süreç becerilerine sahip olma durumları üzerinde anlamlı bir farklılık oluşup oluşmadığına ilişkin İlişkili (Bağımlı) Gruplar t-Testi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 4.4.'de sunulmuştur.

Çizelge 4. 4. Öğrencilerin ön test ve son test puanlarına ilişkin bağımlı (ilişkili) gruplar t-testi sonuçlarının karşılaştırılması

Testler	N	X	SS	Sd	T	P	d
Ön Test	39	19.77	3.21				
				38	-4.37	.00	0.700
Son Test	39	24.18	5.18				

Not: $p < 0,05$

Çizelge 4.4. incelendiğinde öğrencilerin ön test ve son test arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğu görülmüştür. Öğrencilerin ön test ortalamasının $X=19,77$ olurken, son test ortalaması $X=24,18$ olmuştur. P değeri ise $0,00 < 0,05$ olduğundan öğrencilerin ön test ve son testleri arasında bilimsel süreç becerileri durumları açısından anlamlı bir farklılık olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca bu değerlere ek olarak etki büyüklüğü olarak bilinen d etki büyüklüğü indeksi ise orta etki büyüklüğünde 0.700 olarak bulunmuştur. Ulaşılan sonuçlara göre, çalışma boyunca uygulanan FeTeMM eğitiminin öğrencilerin bilimsel süreç beceriler durumlarını olumlu yönde etkilediği şeklinde düşünülmektedir.

4.2. Nitel Bulgular

Öğrencilerin araştırma boyunca uygulanan FeTeMM eğitimi hakkındaki görüşlerini belirlemek amacıyla uygulama sonrasında FeTeMM Görüşme Formu (FeTeMM-GF) uygulanmıştır (Bkz. EK 5). Görüş formunda öğrencilerin sorgulamaya dayalı öğrenme ortamında gerçekleştirilen FeTeMM eğitimi, FeTeMM etkinlikleri ve uygulamalar sırasında kullanılan simülasyon programı hakkındaki görüşlerini belirlemek amacıyla yedi soru yöneltilmiştir. FETEMM-GF cevap örnekleri ise EK 6'da verilmiştir. Öğrencilerin ortak olarak belirledikleri görüşleri, FeTeMM eğitimi ve etkinliklerin uygulanması altında iki genel kategoride (Ana Tema ve Alt Tema) değerlendirilerek temalar ve kodlar belirlenmiştir. Bu kodlar üzerinden öğrenci görüşlerine doğrudan atıf yapılarak yorumlanmıştır. FeTeMM eğitimi ve etkinliklerin uygulanmasına ait ana tema ve bu temalara ait alt boyutlar Çizelge 4.5.'te yer verilmiştir.

Çizelge 4. 5. FeTeMM eğitimi ve etkinliklerin uygulanmasına ait ana tema ve alt temalar

ANA TEMA	ALT TEMA
FeTeMM'İN ÖĞRENMEYE ETKİSİ	• Beceri Gelişimi
	• Bilginin Yapılandırılması ve Desteklenmesi
	• Tutum ve Motivasyon Yönelimi
	• Yenilikler
FeTeMM EĞİTİMİNDE GÜÇLÜKLER	• Bilgi ve Beceriye Bağlı Güçlükler
	• Olumsuz Tutum
	• Sınırlılıklar
FeTeMM EĞİTİMİNDE SİMÜLASYON KULLANIMI	• Avantajlar
	• Dezavantajlar

4.2.1. " FeTeMM'in Öğrenmeye Etkisi" Ana Temasına Ait Bulgular ve Yorum

Öğrencilerden elde edilen görüşler incelendiğinde, sorgulamaya dayalı FeTeMM etkinlikleri ile gerçekleştirilen FeTeMM eğitiminin bilgi, beceri ve duyuşsal öğrenme alanlarında etkili olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin belirtmiş olduğu olumlu görüşleri, "FeTeMM'in öğrenmeye etkisi" ana teması altında "beceri gelişimi", "bilginin yapılandırılması ve desteklenmesi", "tutum ve motivasyon yönelimi" ve "yenilikler" alt temaları oluşturacak şekilde kategorize edilmiş ve kodlar Çizelge 4.6.'da verilmiştir.

Çizelge 4. 6. "FeTeMM'in Öğrenmeye Etkisi" ana temasına altında yer alan alt temalar, kodlar ve frekanslar

ANA TEMA	ALT TEMA	KODLAR	ÖĞRENCİ FREKANSI (f)
FeTeMM'in Öğrenmeye Etkisi	Beceri Gelişimi	• Problem çözme becerisi	25
		• Düşünme becerisi	22
		• El becerisi gelişimi	22
		• Yaratıcılık becerisi	19
		• Takım çalışması	9
		• Hipotez kurma	9
		• İş birliği becerisi	8
		• Analitik düşünme becerisi	5
		• İletişim becerisi	3
		• Eleştirel düşünme becerisi	2
		• Matematiksel düşünme	1
• Karar verme	1		
• Değişkenleri belirleme	1		

Çizelge 4.6. (Devam) " FeTeMM'in Öğrenmeye Etkisi" ana temasına altında yer alan alt temalar, kodlar ve frekanslar

FeTeMM'in Öğrenmeye Etkisi	Bilginin Yapılandırılması ve Desteklenmesi	• Somutlaştırmayı sağlama	21
		• Etkili öğrenmeyi sağlama	15
		• Öğrenci merkezli olması	9
		• Beceri gelişimini sağlama	7
		• Kavramayı sağlama	6
		• Eğlencere öğrenme	6
		• Konu eksikliğini tamamlama	3
		• Verimli ders ortamı sağlama	1
		• Hayal gücü gelişimi	9
		• Derse ilgiyi arttırma	9
Tutum ve Motivasyon Yönelimi	• Mesleki gelişimi sağlama	8	
	• Öğrenci gelişimini sağlama	4	
	• Özgüven sağlama	4	
	• Etkinliklerin beğenilmesi	2	
	• Probleme çözüm bulma	16	
Yenilikler	• Simülasyon programının kullanılması	9	
	• Disiplinler arası etkileşim sağlama	7	
	• Mühendislik ürünü oluşturma	6	
	• Problem cümlesi belirleme	3	

Beceri Gelişimi

"Sizce, FeTeMM eğitimini alan bir bireyde hangi becerilerin gelişmesi beklenir? Nedenleri ile birlikte açıklayınız" sorusuna karşılık öğrencilerin vermiş olduğu yanıtlar incelendiğinde FeTeMM eğitimi boyunca birey de gelişmesi beklenen beceriler, beceri gelişimi alt teması altında toplanmıştır (Çizelge 4.6.).

FeTeMM'in öğrenmeye etkisi ana temasına ait "Beceri Gelişimi" alt temasında öğrencilerin en fazla üzerinde durdukları kod "Problem Çözme Becerisi" (f=25) olurken, üzerinde en az durdukları kodlar "Matematiksel Düşünme" (f=1), "Karar Verme" (f=1) ve "Değişkenleri Belirleme" (f=1) olduğu görülmüştür (Çizelge 4.6.).

Problem Çözme Becerisi:

Öğrenciler, FeTeMM eğitiminin bireyde problem çözme becerisi gelişimine olumlu katkı sağladığını net bir şekilde bildirmişlerdir.

Konuya yönelik öğrenci görüşleri: "*Problem oluşturma ve çözme becerisinin gelişmesi beklenir.*" (K3), "*Sorunlara çözüm bulma yeteneği gelişir. Az malzemeyle de çözümün bulunacağını gördük. Her zaman elimizde çok iyi aletler olmayabilir ama kendi çabalarımızla az malzemeyle aynı işlevi gören alet yapmayı artık biliyoruz.*" (K6), "*Problem çözme becerisine katkısı olur.*" (K22) ve "*Bir soruna çözüm bulabilme becerisi gelişir.*" (K26) şeklinde olmuştur.

Öğrenci görüşlerinden de anlaşılacağı üzere sorgulayıcı öğrenme ortamında gerçekleştirilen FeTeMM etkinlikleri problem çözme becerisine katkı sağladığını ve böylece bir problem karşısında nasıl davranmaları gerektirdiği yönünde gelişme sağlamıştır.

Düşünme Becerisi:

Öğrencilerin FeTeMM eğitimi alan bir bireyde geliştiğini düşündüğü bir başka beceri ise "Düşünme Becerisi"dir.

Konuya yönelik öğrenci görüşleri: "*Düşüme, hayal gücü becerileri gelişir. Tasarımlarda önemli olan yapmadan önce nasıl yapacağını düşmek olduğu için.*" (K1), "*Çok yönlü düşünme, pratik düşünme, hızlı düşünme becerileri gelişir. Çünkü simülasyon programında çok yönlü düşünmeyi yapıyoruz.*" (K6), "*Mühendislik alanında yaratıcılık, öğrencilerin eleştirel bakış açısı kazanmaları, üst düzey düşünme becerisi kazandırır.*" (K10) ve "*Düşünce gücü gelişir. Bir problemle karşılaştığında daha geniş çaplı düşünebilir.*" (K31) şeklinde olmuştur.

Öğrenci görüşleri de dikkate alındığında sorgulayıcı öğrenme ortamında gerçekleştirilen FeTeMM etkinliklerinin uygulanması sonucunda bireyler aktif katılım göstererek kendi fikirleri doğrultusunda çözümler ürettiğini bu nedenle de düşünme becerilerinin geliştiğini vurgulamışlardır.

El Becerisi Gelişimi:

Öğrencilerin FeTeMM eğitimi alan bireyde geliştiğini düşündüğü bir diğer beceri ise "El Becerisi Gelişimi"dir.

Konuya yönelik öğrenci görüşleri: "*Tasarım yapma (el becerisi) gelişebilir. Çünkü konularla ilgili ders saati boyunca bir tasarım yapmamız isteniyor.*" (K8), "*El becerileri gelişmektedir.*" (K14), "*El becerisini geliştirir, düşündüklerini tasarıma yansıtır.*" (K19) ve "*Bilişsel ve psikomotor gelişiminde etkilidir. Bilişsel olarak düşünce sistemimizi, projeler sayesinde psikomotor sistemimiz gelişmiş oldu.*" (K29) şeklinde görüş bildirmişlerdir.

Öğrenci görüşlerinden de anlaşıldığı gibi uygulama boyunca sorgulayıcı öğrenme ortamında gerçekleştirilen FeTeMM etkinlikleri sonunda bir tasarım modeli oluşturduklarını ve bunun için aktif bir şekilde hazırlandıklarını bu nedenle de el becerilerinin gelişimine FeTeMM etkinliklerinin katkı sağladığını düşünmektedirler.

Yaratıcılık Becerisi:

Öğrencilerin FeTeMM eğitimi alan bir bireyde gelişmesini bekledikleri bir diğer beceri "Yaratıcılık Becerisi"dir.

Konuya yönelik öğrenci görüşler: "*Mühendislik alanında yaratıcılık becerisi kazandırır.*" (K2), "*Hayal gücü kazandırıldı. Olaylara daha çözücü yapıda bakıldı.*" (K26) ve "*Yaratıcı düşünme becerisi kazandırır. Çünkü daha geniş kapsamlı düşünmeyi öğretiyor.*" (E4) şeklinde görüş bildirmişlerdir.

Öğrenci görüşlerinden de anlaşılacağı üzere sorgulayıcı öğrenme ortamında gerçekleştirilen FeTeMM etkinlikleri ile bir problem karşısında kapsamlı düşünerek, hayal kurarak yaratıcılık becerilerini gelişmesini beklemişlerdir.

Takım Çalışması:

Öğrencilerin FeTeMM eğitimi alan bir bireyde gelişmesini bekledikleri bir diğer beceri "Takım Çalışması"dır.

Konuya yönelik öğrenci görüşleri: "*Grup olarak çalışmayı ve problemlere karşı birden fazla çözüm bulmaya katkı sağlar.*" (K9), "*Grupla çalışma becerisi gelişir.*" (K14), "*Grup ile çalışmayı öğretiyor.*" (K33) ve "*Bireyde grup şeklinde*

çalışma becerisinde gelişmeler görülür. Grup ile çalışmak sosyal anlamda katkı sağladığı gibi karşısındaki insanı dinleme ve anlama anlamında da bir katkı sağlamaktadır." (E5) şeklinde görüş bildirmişlerdir.

Öğrenci görüşlerinden de anlaşılacağı üzere sorgulayıcı öğrenme ortamında gerçekleşen FeTeMM etkinlikleri takım çalışmasını desteklediğini ve geliştirdiği vurgulanmıştır.

Hipotez Kurma:

Öğrencilerin FeTeMM eğitimi alan bir bireyde gelişmesini bekledikleri bir diğer beceri "Hipotez Kurma"dır.

Konuya yönelik öğrenci görüşleri: "*Hipotez becerisi gelişir.*" (K3), "*Hipotez kurma öğrenilir.*" (K14), "*Hipotez becerisi kullanılıyor.*" (K18) ve "*Hipotez kurma ve yapmada katkı sağlar.*" (K34) şeklinde görüş bildirmişlerdir.

Öğrenci görüşlerinden de anlaşıldığı üzere uygulama boyunca sorgulayıcı öğrenme ortamında gerçekleştirilen FeTeMM etkinlikleri sayesinde hipotez kurmanın öğrenildiği ve böylece gelişme sağlandığı düşünülmektedir.

İş Birliği Becerisi:

Öğrencilerin FeTeMM eğitimi alan bir bireyde gelişmesini bekledikleri bir diğer beceri "İş Birliği Becerisi"dir.

Konuya yönelik öğrenci görüşleri: "*Grup içerisinde işbirlikçi çalışmayı sağlar.*" (K19), "*İş birliği öğrenmeyi sağlar.*" (K20), "*İşbirlikli çalışmayı geliştirdi.*" (K21), "*Öğrencilerde işbirlikli çalışmayı geliştirir.*" (K27) şeklinde görüş belirtmişlerdir.

Öğrenci görüşlerinde de anlaşılacağı üzere araştırma boyunca sorgulayıcı öğrenme ortamında gerçekleştirilen FeTeMM etkinlikleri öğrencilerde işbirlikli çalışmayı sağlayarak bireylerde işbirliği becerisinin geliştiği ortaya çıkmıştır.

Analitik Düşünme Becerisi:

Öğrencilerin FeTeMM eğitimi alan bir bireyde gelişmesini bekledikleri bir diğer beceri "Analitik Düşünme Becerisi"dir.

Konuya yönelik öğrenci görüşleri: "*Pratik düşünmeyi geliştirir.*" (K6), "*FeTeMM eğitimi analitik düşünme becerisini geliştirmektedir.*" (K24), "*Analitik düşünme becerisi gelişir.*" (K32), "*Analitik düşünme gelişir.*" (K34) şeklinde görüş belirtmişlerdir.

Öğrenci görüşlerinden de anlaşılacağı üzere araştırma boyunca uygulanan FeTeMM eğitimi etkinlikleri bireyde analitik düşünme becerisinin geliştirdiğini net bir şekilde ortaya çıkmıştır.

İletişim Becerisi:

Öğrencilerin FeTeMM eğitimi alan bir bireyde gelişmesini bekledikleri bir diğer beceri "İletişim Becerisi"dir.

Konuya yönelik öğrenci görüşleri: "*Olumlu yönleri grup çalışması öğrenciler arasındaki iletişimi geliştirmesi, görev paylaşımı, sorunlara basit çözümler bulunmasını sağlamasıdır.*" (K6), "*Arkadaşlar ile iletişim kurma becerisi kazandık.*" (K19) ve "*Grup için etkileşim çok fazlaydı. Çünkü hep birlikte bir proje yaptık.*" (E5) şeklinde görüş bildirmişlerdir.

Öğrenci görüşlerinden de anlaşılacağı üzere araştırma boyunca sorgulayıcı öğrenme ortamında gerçekleştirilen FeTeMM etkinlikleri grup çalışmasını baz aldığı ve bireyler arası sürekli bir etkileşimin olması iletişim becerisinin bireylerde gelişmesine neden olduğunu düşünülmektedir.

Eleştirel Düşünme Becerisi:

Öğrencilerin FeTeMM eğitimi alan bir bireyde gelişmesini bekledikleri bir diğer beceri "Eleştirel Düşünme Becerisi"dir.

Konuya yönelik öğrenci görüşleri: "*Eleştirel bakış açısını geliştirir.*" (K21) ve "*Eleştirel bakış açısını kazandırır.*" (K33) şeklinde görüş bildirmişlerdir.

Öğrenci görüşlerinden de anlaşılacağı üzere uygulamalar boyunca sorgulayıcı öğrenme ortamında gerçekleştirilen FeTeMM etkinlikleri problem için farklı çözümlerin bulunmasını, farklı bakış açılarından bakmayı desteklemesinden dolayı bireylerde eleştirel düşünme becerisinin geliştirdiği düşünülmektedir.

Matematiksel Düşünme:

Öğrencilerin FeTeMM eğitimi alan bir bireyde gelişmesini bekledikleri bir diğer beceri ise "Matematiksel Düşünme"dir.

Konuya yönelik öğrenci görüşü "*Proje boyunca matematiksel hesaplamalar yapmamız, matematiksel düşünmemizi sağladı. Bu yüzden matematiksel düşünme becerimizin geliştiğini söyleyebiliriz.*" (K1) şeklinde olmuştur.

Öğrenci görüşlerinden de anlaşılacağı üzere uygulamalar sırasında kullanılan sorgulayıcı öğrenme ortamında gerçekleştirilen FeTeMM etkinlikleri boyunca matematiksel hesaplamalardan yararlandıklarını ve böylece matematiksel

düşünme becerilerinin gelişebileceğini bildirmişlerdir. Bu sonuca ise FeTeMM eğitiminin disiplinler arası bir etkileşime neden olması durumunun sebep olduğu düşünülmektedir.

Karar Verme:

Öğrencilerin FeTeMM eğitimi alan bir bireyde gelişmesini bekledikleri bir diğer beceri "Karar Verme"dir.

Konuya yönelik öğrenci görüşü "*Anlık karar verme becerisini geliştirir.*" (E1) şeklinde olmuştur.

Öğrenci görüşünden de anlaşılacağı üzere uygulamalar sırasında kullanılan sorgulayıcı öğrenme ortamında gerçekleştirilen FeTeMM etkinlikleri grup çalışmasını sağlayarak problem çözümü için hangi çözümün en uygun olduğuna karar verebilme ortamı yaratması sebebiyle bireylerde karar verme becerisinin geliştirdiği düşünülmektedir.

Değişkenleri Belirleme:

Öğrencilerin FeTeMM eğitimi alan bir bireyde gelişmesini bekledikleri bir diğer beceri "Değişkenleri Belirleme"dir.

Konuya yönelik öğrenci görüşü "*Değişkenleri belirlememizi sağladı.*" (E4) şeklinde olmuştur.

Öğrenci görüşünden anlaşılacağı üzere uygulamalar sırasında kullanılan sorgulayıcı öğrenme ortamında gerçekleştirilen FeTeMM etkinlikleri, daha önce ki ders uygulamalarında kullanılmayan ve deney tasarımı için belirlenmesi istenilen bağımlı, bağımsız ve kontrol değişkenleri sayesinde "değişkenleri belirleme" becerisinin gelişme gösterdiği yönünde yorumlanmıştır.

Bilginin Yapılandırılması ve Desteklenmesi

"FeTeMM eğitiminde disiplinler arası etkileşimin olması, Fen eğitimine ne gibi katkılar sağlayacağı beklenir? Bu tarz uygulamalar, eğitim sistemimiz için gerekli bir yöntem midir? Olumlu veya olumsuz görüşlerinizi ifade ediniz." sorusuna öğrencilerin vermiş olduğu yanıtlar incelendiğinde fen eğitimine sağlayacağı katkılar "Bilginin Yapılandırılması ve Desteklenmesi" alt teması içerisinde toplanmıştır (Çizelge 4.6.).

FeTeMM'in öğrenmeye etkisi ana temasına ait "Bilginin Yapılandırılması ve Desteklenmesi" alt temasında öğrencilerin en fazla üzerinde durdukları kodlar "Somutlaştırmayı Sağlama" (f=21) ve "Etkili Öğrenmeyi Sağlama" (f=15) olurken,

üzerinde en az durdukları kodlar "Konu Eksiğini Tamamlama" (f=3) ve "Verimli Ders Ortamı Sağlama" (f=1) olduğu görülmüştür (Çizelge 4.6.).

Somutlaştırmayı Sağlama:

Öğrenciler, FeTeMM eğitiminde yer alan disiplinler arası etkileşimin, fen eğitiminde somutlaştırmayı sağlayarak önemli derece bir katkısı olduğunu düşünmektedirler.

Konuya yönelik öğrenci görüşleri "*Olumlu yönde etkilediğini düşünüyorum. Görsel yaptığımız çalışmalar bilinç altıda önemli yer tuttuğu için hayal gücümüze yardımcı oluyor.*" (K1), "*Eğitimde anlatmaktan çok çocuklara görsel bir şeyler kazandırmak bana mantıklı geliyor. En iyi yöntem çocuklara görsel etkinlikler göstererek öğretme şeklidir.*" (K17), "*Kullanmak isterim. Çünkü öğrencilerime anlattığım konuları somut olarak göstererek daha kalıcı hale getiririm. Aynı zamanda onların çok yönlü düşüncelerini sağlarım. Normal hayatta da kullandığımızı ispatlarım.*" (K25) ve "*Eğitim sistemimiz için kesinlikle gereklidir. Çünkü öğrenciler düşündükleri şeyleri tasarıma dökmeyi öğrenirler.*" (E3) şeklinde olmuştur.

Öğrenci görüşlerinden de anlaşılacağı üzere araştırma boyunca uygulanan sorgulayıcı öğrenme ortamında gerçekleştirilen FeTeMM etkinlikleri ile elde ettikleri bilgiler ışığında tasarladıkları materyalleri göz önünde bulundurarak FeTeMM eğitiminin bilgiyi somutlaştırmayı sağladığını bu yüzden Fen eğitimine olumlu katkı sağlayacağını ve devamında Fen eğitiminde FeTeMM etkinliklerinin kullanılması gerektiği sonucuna ulaştıkları düşünülmektedir.

Etkili Öğrenmeyi Sağlama:

Öğrenciler, FeTeMM eğitiminde yer alan disiplinler arası etkileşimin, fen eğitiminde etkili öğrenmeyi sağlayarak katkıda bulunduğunu belirtmişlerdir.

Konuya yönelik öğrenci görüşleri "*Fen bilgisi dersi sadece okuyarak anlaşılmayacak akılda kalıcı olmayan bir derstir ve biz bu sayede daha kalıcı olması sağlandı.*" (K6), "*Bir konuyu anlattıktan sonra görselleştirmek öğrencinin konuyu daha iyi anlamasını, mantığına oturtmasını sağlar.*" (K16), "*Gereklidir. Grup içinde işbirlikçi çalışmayı sağlar. Öğrencilerde özgüven oluşturur. Daha kalıcı bilgi edinmeyi sağlar.*" (K19) ve "*Diğer dallardan da fikir sahibi olup yeni fikirler kurabiliriz. Mesela matematikte kullandığımız bir terimi nerede kullanacağımızı öğrenmemiz açısından önemli olabilir.*" (K28), şeklinde olmuştur.

Öğrenci görüşlerinden de anlaşılacağı üzere araştırma boyunca uygulanan sorgulayıcı öğrenme ortamında gerçekleştirilen FeTeMM etkinliklerini göz önünde tutarak, FeTeMM eğitiminin disiplinler arası etkileşimli olması problem çözümüne katkı sağladığını ayrıca barındırmış olduğu disiplinler sayesinde Fen öğretiminde etkili olduğunu bu yüzden de eğitim sistemimiz için gerekli bir yöntem olduğunu sonucuna ulaştıkları düşünülmektedir.

Öğrenci Merkezli Olması:

Öğrenciler, FeTeMM etkinliklerinin öğrenci merkezli olmaları sonucu Fen eğitiminde etkili sonuçlar elde edildiğini belirtmişlerdir.

Konuya yönelik öğrenci görüşleri, "*Derste öğrendiklerimizi bir tasarımda kullanmak hatta bu tasarımı öğrencilerin üretmesi olumlu bir görüştü bence.*" (K2), "*Daha güzel bir ders oldu. Bilgilerini kullandıkları kendilerine ait tasarımların yapılması dersi daha keyifli hale getirdiğine inanıyorum.*" (K6), "*Kullanmak isterim. Çünkü öğrenci direkt kendi yaptığı zaman öğrenme daha kolay ve daha iyi olmasını sağlar.*" (K34) ve "*Önceki uygulamalarda hocamız yardımcı oluyordu. Fakat bu uygulamada yardımcı oluyor ama her sorumuza yanıt vermiyordu bu da bizim daha verimli ve kafa yormamızı sağladı.*" (E1) şeklinde olmuştur.

Öğrenci görüşlerinden de anlaşılacağı üzere araştırma boyunca uygulanan sorgulayıcı öğrenme ortamında gerçekleştirilen FeTeMM etkinliklerine aktif katılım sağlamaları, hem derse olan ilgilerini arttırdığı hem de daha iyi öğrenmenin gerçekleştirdiği sonucuna ulaşmalarına neden olduğu düşünülmektedir.

Kavramayı Sağlama:

Öğrenciler, FeTeMM etkinliklerinin Fen eğitimine sağladığı katkılardan bir diğeri de kavramayı sağlama olarak belirtmişlerdir.

Konuya yönelik öğrenci görüşleri "*Gereklidir. Grup içi etkileşim daha fazlaydı. Birçok bilgiyi bir araya toplayıp bir proje oluşturuyorduk. Buda birçok şeyi tekrar etmemizi sağladı.*" (K1), "*Gerekli bir yöntem olabilir. Bu tarz uygulamalarda eğitim gören öğrencilerin yeterlilik düzeyleri oldukça yükselir. Yeni bilgi ve deneyimler elde ederler. Fen eğitiminde daha göze hitap eden düzeyde olduğundan dolayı konuları daha iyi kavrayabilme, algılayabilme yeteneğini geliştirir.*" (K15) ve "*Evet düşünüyorum. Çünkü fizik konuları zordur. Ancak bu yöntemle zorlandığımız konuları kavramamızı daha iyi öğrenmemizi sağlar.*" (K20) şeklinde görüş bildirmişlerdir.

Öğrenci görüşlerinden de anlaşıldığı üzere araştırma boyunca uygulanan sorgulayıcı öğrenme ortamında gerçekleştirilen FeTeMM etkinlikleri fen eğitimleri için faydalı bir yöntem olduğu ortaya çıkmıştır. Etkinlikler sırasında birçok bilgidен yararlanıp tekrar etme ortamı oluşmasından dolayı bu sonuca ulaştıkları düşünülmektedir.

Eğlenerek Öğrenme:

Öğrenciler, FeTeMM etkinliklerinin Fen eğitimine sağladığı katkılardan bir diğeri de eğlenerek öğrenme olarak belirtmişlerdir.

Konuya yönelik öğrenci görüşleri "*Evet gereklidir. Çünkü dersler eğlenceli oluyor ve öğrenciler sıkılmadan problem çözmeyi öğreniyor.*"(K3), "*Birçok özellik katıyor, dersler eğlenceli geçiyor. Eğlenerek öğreniyoruz.*"(K5) ve "*Evet gereklidir. Çünkü dersler daha eğlenceli bir hale geliyor. Becerilerimizin gelişmesini sağlıyor.*"(K7) şeklinde olmuştur.

Öğrenci görüşlerinden de anlaşılacağı üzere araştırma boyunca uygulanan sorgulayıcı öğrenme ortamında gerçekleştirilen FeTeMM etkinlikleri eğlenerek öğrenmeyi sağladığı ortaya çıkmıştır. Bu yüzden fen eğitimi için gerekli bir yöntem olduğu sonucuna ulaştıklarına neden olduğu düşünülmektedir.

Konu Eksiğini Tamamlama:

Öğrenciler, FeTeMM etkinliklerinin Fen eğitimine sağladığı katkılardan bir diğeri de konu eksikini tamamlama olarak belirtmişlerdir.

Konuya yönelik öğrenci görüşü "*Konuda meydana gelen eksiklikleri gidermemize yardımcı olur.*" (K21) ve "*Gerekli bir yöntemdir. Fen eğitiminin öğrencilerde gelişmesine katkı sağlar.*" (E2) şeklinde olmuştur.

Öğrenci görüşlerinden de anlaşılacağı üzere araştırma boyunca uygulanan sorgulayıcı öğrenme ortamında gerçekleştirilen FeTeMM etkinliklerinin Fen eğitiminde kullanılmasını gerekli görmekteyler. Bunun nedeninin de konu eksikinin tamamlaması olduğu sonucuna ulaştıkları düşünülmektedir.

Verimli Ders Ortamı Sağlama:

Öğrenciler, FeTeMM etkinliklerinin Fen eğitimine sağladığı katkılardan bir diğeri de verimli ders ortamı sağlama olarak belirtmişlerdir

Konuya yönelik öğrenci görüşü "*Gerekli bir yöntemdir. Avantajları vardır. Fen eğitiminin daha iyi verilmesini sağlar.*" (E3) şeklinde olmuştur.

Öğrenci görüşünden de anlaşılacağı üzere araştırma boyunca uygulanan sorgulayıcı öğrenme ortamında gerçekleştirilen FeTeMM etkinliklerinin Fen eğitiminde gerekli bir yöntem olarak görmektedir. Bu sebeple verimli ders ortamı sağladığını görmeleri, öğretmen olduklarında da kendi sınıflarında kullanmak istedikleri düşünülmektedir.

Tutum ve Motivasyon Yönelimi

"Bir öğretmen adayı olarak, lisans öğreniminizde FeTeMM'in etkinlikleri gerçekleştirmenizin faydalı olabileceğini düşünüyor musunuz? Cevabınız evet ise, ne gibi faydaları olabileceğini yazınız." sorusuna öğrencilerin ifadeleri "FeTeMM'in Öğrenmeye Etkisi" ana teması altında yer alan "Tutum ve Motivasyon Yönelimi" alt temasını oluşturduğu görülmüştür (Çizelge 4.6.).

FeTeMM'in öğrenmeye etkisi ana temasına ait "Tutum ve Motivasyon Yönelimi" alt temasında öğrencilerin en fazla üzerinde durdukları kodlar "Hayal Gücü Gelişimi" (f=9) ve "Derse İlgiyi Arttırma" (f=9) olurken, üzerinde en az durdukları kod ise "Etkinliklerin Beğenilmesi" (f=2) olduğu görülmüştür (Çizelge 4.6.).

Hayal Gücü Gelişimi:

Öğrenciler, FeTeMM etkinliklerinin lisans eğitimleri boyunca uygulanmasının sağladığı faydalardan biri olan hayal gücü gelişimini sağlama olarak belirtmişlerdir.

Konuya yönelik öğrenci görüşleri "*Evet düşünüyorum. Öğrencilerin günlük hayatta karşılaşacağı problemleri daha somut çözüme, hayal gücünün gelişmesi, el becerisini arttırma gibi olumlu özellikleri vardır.*" (K26) ve "*Bunlara benzer uygulamalar ile öğrencilerin hayal güçleri, el becerileri pratik zekâları gelişir. Bundan dolayı bu etkinliklerin kullanılması gerekir.*"(E5) şeklinde olmuştur.

Öğrenci görüşlerinde de anlaşılacağı gibi FeTeMM etkinliklerinin lisans öğrenimleri için faydalı olduğunu belirtmişlerdir. Bu sonuca ise problem çözümü için tasarladıkları materyallerini yaparken hayal güçlerini kullanmalarının bir etkisi olduğu düşünülmektedir.

Derse İlgiyi Arttırma:

Öğrenciler FeTeMM etkinliklerinin lisans eğitimleri boyunca uygulanmasının sağladığı faydalardan biri olan derse ilgiyi arttırma olarak belirtmişlerdir.

Konuya yönelik öğrenci görüşleri "*Evet. Çünkü tasarımlarla öğrencilerin daha iyi öğreneceğini hem de derse olan ilgilerinin artacağını düşünüyorum.*" (K2), "*Faydalı olabilir. Çünkü öğrencilerin kendilerini rahat ifade edebildikleri ve derse gelirken heyecan ve merak dolu olmalarını sağlar.*" (K10), "*Evet kesinlikle düşünüyorum. Bence bireyler eğitim aşamasında derse gelirken mutlu ve merak duygusu içerisinde gelmelidir diye düşünüyorum. Bu dönem çok mutlu oldum. Yeni bir şeyler düşünmek, bir şeyler tasarlamak beni heyecanlandırdı. Ben evet dedim çünkü gerek kişisel gerekse mesleki açıdan gelişimde etkili olduğunu düşünüyorum.*" (K20) şeklinde olmuştur.

Öğrenci görüşlerinde de anlaşılacağı gibi FeTeMM etkinliklerinin lisans öğrenimleri için faydalı olduğunu belirtmişlerdir. Bu sonuca ise tasarım yapmaları, kendilerini ifade edebilmeleri ve yeni bir uygulamalarla karşılaşmaları heyecanlanmalarına böylelikle derse olana ilgilerinin artmasına sebep olduğu düşünülmektedir.

Mesleki Gelişimi Sağlama:

Öğrenciler, FeTeMM etkinliklerinin lisans eğitimleri boyunca uygulanmasının sağladığı faydalardan biri olan mesleki gelişimi sağlama olarak belirtmişlerdir.

Konuya yönelik öğrenci görüşleri "*Evet düşünüyorum. Çocukların soru sordukları zaman hızlıca ve kolayca cevap verebilme sorularına hemen çözüm bulabilmemizi sağladığını düşünüyorum.*" (K7), "*Düşünüyorum. Öğretmen olduğumuzda öğrencilerimize yaptığımız etkinliklerle ilgili daha iyi eğitim verebilmemizi sağlar.*" (K24) ve "*Evet faydalıdır. Şöyle ki mesela şuan mühendislik açısından el becerisi kazanıyoruz. Dolayısıyla öğrencilerimize gösterirken daha rahat öğretiriz ve öğrencilerde geçerliliği artar.*" (E3) şeklinde olmuştur.

Öğrenci görüşlerinden de anlaşılacağı gibi FeTeMM etkinliklerinin lisans öğrenimleri için faydalı olduğunu belirtmişlerdir. Bu sonuca ulaşımlarında ise öğretmen olduklarında bilmedikleri bir uygulamayı öğretmek yerine, lisans öğrenimlerinde öğrenmeleri ve bu durumun mesleki gelişimlerine katkı sağladığını düşünmeleri sebep olduğu şekilde yorumlanmıştır.

Öğrenci Gelişimini Sağlama:

Öğrenciler FeTeMM etkinliklerinin lisans eğitimleri boyunca uygulanmasının sağladığı faydalardan biri olan öğrenci gelişimini sağlama olarak belirtmişlerdir.

Konuya yönelik öğrenci görüşleri "*Avantajlı olduğunu düşünüyorum. Üçüncü sınıfa hazırlık olduğunu düşünüyorum.*" (K8) ve "*Evet faydalıdır. Kendimizi geliştirdik, düşüncelerimiz gelişti.*" (K29) şeklide olmuştur.

Öğrenci görüşlerinden de anlaşılacağı gibi FeTeMM etkinliklerinin lisans öğrenimleri için faydalı olduğunu belirtmişlerdir. Bu sonuca ulaşmalarında ise laboratuvar derslerinde kullanılan teknikleri barındırması ve böylece kendilerini geliştirdiklerini düşünmeleri sebep olduğu şeklinde yorumlanmıştır.

Özgüven Sağlama:

Öğrenciler, FeTeMM etkinliklerinin lisans eğitimleri boyunca uygulanmasının sağladığı faydalardan biri olan özgüven sağlama olarak belirtmişlerdir.

Konuya yönelik öğrenci görüşleri "*Eleştirel bakış açısı oluşması, özgüveni geliştirir. Düşünme becerisi kazandırır.*" (K21) ve "*Özgüvenimizi geliştirme, erken yaşta bilimsel bilgiyle karşılaşılması probleme yönelik birden fazla çözüm önerisi geliştirmemize yardımcı olmakta.*" (K33) şeklinde olmuştur.

Öğrenci görüşlerinden de anlaşılacağı gibi FeTeMM etkinliklerinin lisans öğrenimleri için faydalı olduğunu belirtmişlerdir. Bu sonuca ise kendilerini rahat bir şekilde ifade etmelerine ortam sağladığını düşündükleri için ulaştıkları şeklinde yorumlanabilir.

Etkinliklerin Beğenilmesi:

Öğrenciler, FeTeMM etkinliklerinin lisans eğitimleri boyunca uygulanmasının sağladığı faydalardan biri etkinliklerin beğenilmesi olarak belirtmişlerdir.

Konuya yönelik öğrenci görüşü "*Evet düşünüyorum. Çünkü teorik olarak ne kadar anlatırsak anlatalım unutulabilir. Ama bu uygulama beş duyu organına da hitap ediyor. Böylece öğrenme gerçekleşiyor.*" (K34) şeklinde olmuştur.

Öğrenci görüşünden de anlaşılacağı gibi FeTeMM etkinliklerinin lisans öğrenimleri için faydalı olduğu belirtilmiştir. Daha önceki derslerinde uygulanan etkinliklerle kıyaslamaları, öğrenme durumlarını göz önünde bulundurmaları ve bir

problemlerle karşılaşmaları durumunda çözüm üretebilecek bakış açısını kazandıklarını düşünmeleri bu sonuca ulaşmalarında etkili olduğu şeklinde yorumlanmıştır.

"Öğretmen olduğunuzda FeTeMM etkinliklerini sınıfınızda kullanmak ister misiniz? Cevabınız evet ise; Cevabınız hayır ise; " sorusuna "evet" kullanmak isterim yönünde verilen cevaplar incelendiğinde kullanma nedenlerini, öğrencilerin derse karşı odaklanmalarını ve eğlenerek öğrenmelerini sağladığını, takım çalışması ve yaratıcı düşünme gibi çeşitli becerilerin kazandırılmasını ve sorunlar karşısında çözüm önerileri sunabilme bilinci kazandıracığı yönünde bildirmişlerdir. Bu nedenler "Bilginin Yapılandırılması ve Desteklenmesi" ve "Tutum ve Motivasyon Yönelimi" alt temaları içerisinde yer alan kodları destekler nitelikte cevaplar verildiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.6.).

Konuya yönelik öğrenci görüşleri "*Evet isterim. Derse daha dikkatli olmalarını sağlayacak, çocuklara grup bilincinin verilmesini birden fazla çözüm önerisi bulma gibi katkılar sağlayacak.*" (K33), "*Evet kesinlikle düşünürüm. Çünkü öğrencilerim bu şekilde yaratıcı düşünmeyi öğreneceklerdir.*" (E4), "*Öğrencilerin eğlenirken öğrenmeleri açısından tabii ki evet.*" (E5) şeklinde olmuştur.

Yenilikler

"FeTeMM etkinliklerinin önceki uygulamalara kıyasla farklı olarak belirleyeceğimiz yönleri nelerdir?" sorusuna yönelik öğrenci görüşleri incelendiğinde probleme çözüm bulma, disiplinler arası etkileşimi sağlama, mühendislik ürünü oluşturma şeklinde farklılıkların öne çıktığı belirlenmiştir. Bu kodlar "yenilikler" teması altında verilmiştir (Çizelge 4.6.).

FeTeMM'in öğrenmeye etkisi ana temasına ait "Yenilikler" alt temasında öğrencilerin en fazla üzerinde durdukları kodlar "Probleme Çözüm Bulma" (f=16), "Simülasyon Programının Kullanılması" (f=9), "Disiplinler Arası Etkileşim Sağlama" (f=7) olurken, en az üzerinde durdukları kod "Problem Cümlesi Belirleme" (f=3) olmuştur (Çizelge 4.6.).

Probleme Çözüm Bulma:

Öğrenciler FeTeMM etkinliklerinin önceki uygulamalara kıyasla birçok özellik belirlemişlerdir. Bunlardan biri de probleme çözüm bulma olarak görülmüştür.

Konuya yönelik öğrenci görüşleri "*Hızlı düşünmeyi, sorunlara hemen çözüm bulmayı fikir geliştirmeyi sağladığı noktalar var.*" (K7), "*FeTeMM*

etkinliklerinin uygulamalı olması bizleri sorunlara daha etkili çözümler bulmamıza yönlendirdiğini düşünüyorum." (K12) ve "*Diğer uygulamalardan ayıran en önemli özelliği düşünme yeteneğimizi geliştirip sorunlara daha çok problem çözümü bulmamızı sağladı."* (K28) şeklinde olmuştur.

Öğrenci görüşlerinden anlaşılacağı üzere uygulamalar sırasında kullanılan sorgulayıcı öğrenme ortamında gerçekleştirilen FeTeMM etkinliklerinin, karşılaştıkları diğer ders uygulamalarına kıyasla bir problemle karşı karşıya kalmaları ve buna yönelik çözüm üretmelerini göz önünde bulundurularak probleme çözüm bulma kodu üzerinde durdukları düşünülmektedir.

Simülasyon Programının Kullanılması:

Öğrenciler, FeTeMM eğitiminin önceki uygulamalara kıyasla yeni olarak belirttikleri özellikler içerisinde simülasyon programının kullanılmasına da değinmişlerdir.

Konuya yönelik öğrenci görüşleri "*Simülasyon eşliğinde yapılan etkinlikler oldu. Bu da yapılan etkinliklerin daha güzel olmasını sağladı."* (K5), "*Simülasyon programı kullandığımız için işimiz biraz daha kolay oldu. Diğer uygulamalarda böyle bir şey görmedik."* (K32) ve "*FeTeMM etkinliği diğer uygulamalardan farkı bilgisayar kullanıp orada planlayıp materyal tarzı bir deney yapıp etkinliği bitirdik."* (E2) şeklinde olmuştur.

Öğrenci görüşlerinden de anlaşılacağı üzere önceki uygulamalara kıyasla gerçekleşen uygulamada simülasyon kullanımından bahsedilmiştir. Simülasyon kullanımı onlar için bir yenilik olurken, uygulamalar sırasında da kolaylık sağlamıştır. Bu da FeTeMM'e karşı olan tutum ve motivasyonlarını olumlu yönde etkilediği yönünde yorumlanmıştır.

Disiplinler Arası Etkileşim Sağlama:

Öğrenciler FeTeMM etkinliklerini önceki uygulamalarla kıyasladığında birçok özellik belirlemişlerdir. Bunlardan biri de disiplinler arası etkileşim sağlama olarak belirtmişlerdir.

Konuya yönelik öğrenci görüşleri "*Birçok dersin bilgisini bir arada kullandık."* (K10), "*Öğrenciler matematikte öğrendiği bilgisini fen derslerinde kullanabilir. Ya da başka bir derste."* (K15) ve "*Birçok dersi bir arada düşünüp uygulamaya dökülmeye çalıştım."* (E4) şeklinde belirlenmiştir.

Öğrenci görüşlerinden anlaşılacağı üzere uygulamalar sırasında kullanılan sorgulayıcı öğrenme ortamında gerçekleştirilen FeTeMM etkinliklerini, karşılaştıkları diğer ders uygulamalarına kıyasla bir konuyu tek bir ders üzerinden ele almak yerine ilgili bütün disiplinlerle iç içe geçmesini tespit etmişlerdir. Bu nedenle disiplinlerarası etkileşimi sağlama kodu üzerinde durdukları düşünülmektedir.

Mühendislik Ürünü Oluşturma:

Öğrenciler FeTeMM etkinliklerinin önceki uygulamalara kıyasla birçok özellik belirlemişlerdir. Bunlardan biri de mühendislik ürünü oluşturma olarak belirtmişlerdir.

Konuya yönelik öğrenci görüşü "*Düşündüğümüz fikirleri el becerisi ile tasarıma dönüştürme imkânımız oluyor.*" (K30) ve "*Öğrencilere problem karşısında çözüm bulmayı ve tasarım yapmayı öğretir.*" (E3) şeklinde olmuştur.

Öğrenci görüşlerinden anlaşılacağı üzere uygulamalar sırasında kullanılan sorgulayıcı öğrenme ortamında gerçekleştirilen FeTeMM etkinliklerini, karşılaştıkları diğer ders uygulamalarına kıyasla mühendislik ürünü oluşturma kodu üzerinde durmuşlardır. Gerçekleştirdikleri etkinlikler, bir problem karşısında kaldıklarında hem bu soruna çözüm bulmaları hem de çözüm olarak düşündükleri modeli somut olarak gerçekleştirmelerine olanak sağlayan bir ortam oluşmasından dolayı bu kod üzerinde durdukları düşünülmektedir.

Problem Cümlesi Belirleme:

Öğrenciler FeTeMM etkinliklerinin önceki uygulamalara kıyasla birçok özellik belirlemişlerdir. Bunlardan biri de problem cümlesini belirleme olarak belirtmişlerdir.

Konuya yönelik öğrenci görüşleri "*Sorunu kendimiz belirlememiz, çözüm yolunu kendimiz bulmamız ve uygulamamız.*" (K22) ve "*Farklı olarak, problemi belirleyip genel olarak ele alıp taslak oluşturmamız.*" (K28) şeklinde olmuştur.

Öğrenci görüşlerinden anlaşılacağı üzere uygulamalar sırasında kullanılan sorgulayıcı öğrenme ortamında gerçekleştirilen FeTeMM etkinliklerini, karşılaştıkları diğer ders uygulamalarına kıyasla farklı bir yön olarak problem cümlesi belirleme olmuştur. Bunun sebebi ise etkinliklerde yer alan senaryonun bir problem içermesi ve etkinlik boyunca bu probleme cevap aramaları olarak düşünülmektedir.

4.2.2. "FeTeMM Eğitiminde Güçlükler" Ana Temasına Ait Bulgular ve Yorum

"Uygulanan bu etkinliklerin hangi bölümlerinde zorlandınız? Sebepleri ile birlikte açıklayınız. Sizce bu tür etkinliklerin avantaj ve dezavantajları nelerdir?" sorusuna verilen öğrenci görüşleri incelendiğinde, bu güçlükler sahip oldukları bilgi ve becerilerden kaynaklandığını, yeni bir uygulamayla karşılaşmaları sonucunda FeTeMM eğitimine karşı olumsuz bir tutum geliştirmeleri ve etkinlikler sırasında yaşanan sınırlılıklar sonucunda ortaya çıktığı belirlenmiştir.

Öğrencilerin belirtmiş olduğu görüşler, "FeTeMM Eğitiminde Güçlükler" ana teması altında "Bilgi ve Beceriye Bağlı Güçlükler", "Olumsuz Tutum" ve "Sınırlılıklar" alt temaları oluşturacak şekilde kategorize edilmiş ve kodlar Çizelge 4.7.'de verilmiştir.

Çizelge 4. 7. "FeTeMM Eğitiminde Güçlükler" ana temasına altında yer alan alt temalar, kodlar ve frekanslar

ANA TEMA	ALT TEMA	KODLAR	ÖĞRENCİ FREKANSI (f)
FeTeMM Eğitiminde Güçlükler	Bilgi ve Beceriye Bağlı Güçlükleri	• Mühendislik ürün tasarlama ve oluşturma güçlüğü	13
		• Hipotez belirleme güçlüğü	12
		• Problem belirleme güçlüğü	11
		• Grup içi iletişim kurma güçlüğü	9
		• Deney yapma güçlüğü	4
		• Karar verme güçlüğü	3
		• Bilgi eksikliği olması	2
	Olumsuz Tutum	• Etkinliğin uzun sürmesi	14
		• Etkinliklerde zorlanma	9
		• Yorucu olması	3
		• Geleneksel uygulama yöntemine önem verme	2
	Sınırlılıklar	• Malzeme yetersizliği	6
		• Kalabalık sınıflarda uygulama güçlüğü	5
		• Ders süresi yetersizliği	3

Bilgi ve Beceriye Bağlı Güçlükler

FeTeMM eğitiminde güçlükler ana temasına ait "Bilgi ve Beceriye Bağlı Güçlükler" alt temasında öğrencilerin en fazla üzerinde durdukları kodlar "Mühendislik Ürün Tasarlama ve Oluşturma Güçlüğü" (f=13), "Hipotez Belirleme Güçlüğü" (f=12) ve "Problem Belirleme Güçlüğü" (f=11) olurken, en az üzerinde durdukları kodlar ise "Karar Verme Güçlüğü" (f=3) ve "Bilgi Eksikliği" (f=2) olduğu görülmüştür (Çizelge 4.7.).

Mühendislik Ürün Tasarlama ve Oluşturma Güçlüğü:

Öğrenciler FeTeMM eğitiminde mühendislik ürün tasarlama ve oluşturmada güçlük yaşadıklarını belirtmişlerdir.

Konuya yönelik öğrenci görüşleri, *"Bu etkinliklerin daha çok tasarım bölümünde zorlandık. Düşündüğümüz projeleri tasarıma geçirirken eksikliklerimizle de beraber epey zorlandık."* (K11), *"Maket bölümünde zorlandık. Çünkü düşündüğümüz her şeyi somut hale dökmek uğraştırıcı oldu. Tekrar tekrar yaptık, denedik."* (K25) ve *"Model tasarlama zorlandım. Çünkü sanalda yaptıklarımız reel de uyguladığımızda uyumadı."* (K29) şeklinde olmuştur.

Öğrenci görüşlerinden de anlaşılacağı üzere sorgulayıcı öğrenme ortamında gerçekleştirilen FeTeMM etkinlikleri sırasında problem çözümü için düşündükleri tasarımı model haline getirmede oldukça zorlanmışlardır. Bu sonuca ilk defa simülasyon programıyla karşılaşmaları ve programı kullanarak yaptıkları uygulamaları gerçek malzemelerle hayata dökemedikleri şeklinde yorumlanmıştır.

Hipotez Belirleme Güçlüğü:

Öğrenciler FeTeMM eğitiminde hipotez kurmada güçlük yaşadıklarını belirtmişlerdir.

Konuya yönelik öğrenci görüşleri *"Hipotez kurmakta zorlandık. Sonra alışınca bu sorun kalmadı. Öğrenciler bilgiyi biliyor ama nasıl kullanıldığı direk değil de dolaylı ve bildiği bilgilerle bir şeyler ortaya koyma fırsatı veriyor. Bu da ezber değil de pratiğe döküyor."* (K6) ve *"Hipotez kurma aşamasında çok zorlandım. Çünkü üzerinde yoğun çalışma gerektiriyordu."* (K28) şeklinde olmuştur.

Öğrenci görüşlerinden de anlaşılacağı üzere sorgulayıcı öğrenme ortamında gerçekleştirilen FeTeMM etkinlikleri sırasında problem çözümü aşamalarından biri olan hipotez belirleme kısmında zorlandıklarını ancak zamanla bu sorunun üstesinden geldiklerini bildirmişlerdir. Bu tür uygulamayla ilk defa karşılaşmaları, hipotez kavramının ne olduğunu bilmemeleri ve bu yüzden de nasıl belirlemeleri gerektiğini bilmemeleri nedeniyle zorluk yaşadıkları düşünülmektedir.

Problem Belirleme Güçlüğü:

Öğrenciler FeTeMM eğitiminde problem belirlemede güçlük yaşadıklarını belirtmişlerdir.

Konuya yönelik öğrenci görüşleri *"Teorik kısımda zorlandım. Grup çalışması yaparak bunu çözdük."* (K7), *"Genellikle ana problemi belirlerken"*

zorlandım." (K17) ve "*Problem cümlesi oluşturma kısmında. Daha önce bu kadar hindi gibi düşünmedim.*" (E1) şeklinde olduğu belirlenmiştir.

Öğrenci görüşlerinden de anlaşılacağı üzere sorgulayıcı öğrenme ortamında gerçekleştirilen FeTeMM etkinlikleri sırasında problem çözümü aşamalarından biri olan problem belirleme kısmında zorlandıklarını ancak zamanla bu sorunun üstesinden geldiklerini bildirmişlerdir. Daha önce ki ders uygulamalarına kıyasla etkinlikler içerisinde yer alan hikâyeden belirleyecekleri problem ve buna probleme çözüm bulmaları istenilen etkinliklerle karşılaşmaları neticesinde zorlandıklarını düşünülmektedir.

Grup İçi İletişim Kurma Güçlüğü:

Öğrenciler FeTeMM eğitiminde grup içi iletişim kurmada güçlük yaşadıklarını belirtmişlerdir.

Konuya yönelik öğrenci görüşleri "*Ben tasarım aşamasında arkadaşlarımı ile birlikte karar verme aşamasında ve onlarla iletişime geçmekte zorlandım. Onun dışında benim açımdan her şey gayet güzeldi, tam istediğim gibiydi, zaten bu bölüme gelirken tek endişe edip memnun olmadığım konu yeni bir şeyler tasarlama gibi bir işlev yapamayacak ve monoton bir şekilde devam edecek olmamdı. Farklı şeyler yapmak, düşünmek, farklı bakış açıları beni çok mutlu etti bu dönem. Grubum belki başka bir grup olsa idi daha iyi olabilirdi diye düşünüyorum.*" (K10) ve "*Grup çalışması olduğunda kendi fikirlerimin önemsenmedi grup arkadaşlarım tarafından ve düşündüğüm şekilde proje yapamadım.*" (K24) şeklinde olmuştur.

Öğrenci görüşlerinden de anlaşılacağı üzere sorgulayıcı öğrenme ortamında gerçekleştirilen FeTeMM etkinlikleri sırasında grup içi iletişimi sağlayamadıkları için iletişim de güçlük yaşadıklarını bildirmişlerdir. Diğer uygulamalara kıyasla FeTeMM etkinliklerinde grup ile çalışma önemli bir yer tutmaktadır. Birden fazla fikrin çıkması ve hangisinin iyi olduğuna karar verememeleri nedeniyle grup içi iletişim kurmalarında bir zorluk yaşamalarına sebep olduğu düşünülmektedir.

Deney Yapma Güçlüğü:

Öğrenciler FeTeMM etkinliklerinde deney yapma aşamasında bir güçlük yaşadıklarını belirtmişlerdir.

Konuya yönelik öğrenci görüşleri "*Uygulamanın deney kısmında zorlandık. Teorileri uygularken sıkıntılarımız oldu.*" (K3), "*Deneyleri uygulamaya koymakta zorlandım. Çünkü deney malzemeleri, hakkında fazla bilgim olmadığı için zorlandım.*"

Deney malzemelerini kullanımın öğrenmede bana yardımcı oldu." (K27) şeklinde olmuştur.

Öğrenci görüşlerinden de anlaşılacağı üzere sorgulayıcı öğrenme ortamında gerçekleştirilen FeTeMM etkinliklerinde verilen problemin çözümü için önemli bir adım olan deney yapma aşamasında zorluk yaşadıkları belirlenmiştir. Bu aşamada zorluk çekmelerinin sebebi olarak teorik olarak bilinen konuların uygulamaya dökemedikleri, belki de ezberleme yolunu seçtikleri ve bu yüzden deney esnasında kullanılacak malzemelerin hangi işlevde olduğunu bilmedikleri düşünülmektedir.

Karar Verme Güçlüğü:

Öğrenciler FeTeMM etkinliklerinde karar verme esnasında güçlük yaşadıklarını belirtmişlerdir.

Konuya yönelik öğrenci görüşleri "*Bu etkinliklerde en çok proje tasarlamada ve yapma bölümünde zorluk çektik. Herkesin bir fikri vardı. Ancak ya yanlış ya da eksikti. Hangisinin doğru olduğuna karar veremiyorduk. Bu nedenle bir bütün olmakta zorluk çektik.*" (K4) ve "*Kalabalık sınıflarda yapılması zor. Her yerden farklı fikir geliyor. Karar veremiyoruz.*" (K15) şeklinde olmuştur.

Öğrenci görüşlerinden de anlaşılacağı gibi sorgulayıcı öğrenme ortamında gerçekleştirilen FeTeMM etkinliklerinde malzeme seçiminde, mühendislik ürünü tasarımında ve üretilen fikirlerin hangisinin doğru olduğuna karar verme de güçlük yaşadıkları belirlenmiştir. Nedeni olarak da grup içi iletişimin sağlanamaması, bireylerin karar vermelerinde de sorun yaşamalarına sebep olduğu düşünülmektedir.

Bilgi Eksikliği Olması:

Öğrenciler görüşlerinde sahip oldukları bilgilerin yetersiz olmaları nedeniyle FeTeMM etkinliklerinin gerçekleştirilmelerinde zorluk yaşadıklarını belirtmişlerdir.

Konuya yönelik öğrenci görüşü "*Yapmış olduğumuz deneyler, öncelikle anlama aşamasında biraz zorluk çektik. Çünkü teorik olarak bildiklerimizi uygulama aşamasına dökemedik. Bu da bizim bilgi eksikliğimizden kaynaklanıyordu.*" (E3) şeklinde olmuştur.

Öğrenci görüşünden de anlaşılacağı üzere sorgulayıcı öğrenme ortamında gerçekleştirilen FeTeMM etkinlikleri esnasında birçok sorunun temel sebebi olarak bilgi eksiklikleri gösterilmektedir. Bunun sebebi olarak teorik olarak bildiklerini

uygulama esnasında kullanamamaları ve malzemeleri iyi bir şekilde tanımamaları uygulamalar sırasında güçlük yaşamalarına neden olduğu düşünülmektedir.

Olumsuz Tutum

FeTeMM eğitiminde güçlükler ana temasına ait "Olumsuz Tutum" alt temasında öğrencilerin en fazla üzerinde durdukları kodlar "Etkinliğin Uzun Sürmesi" (f=14) ve "Etkinliklerde Zorlanma" (f=9) olurken, en az üzerinde durdukları kodlar ise "Yorucu Olması" (f=3) ve "Geleneksel Uygulama Yöntemine Önem Verme" (f=2) olduğu görülmüştür (Çizelge 4.7.).

Etkinliğin Uzun Sürmesi:

Öğrenciler FeTeMM etkinliklerinin uzun sürmesinin FeTeMM eğitiminin olumsuz bir yönü olarak görmektedirler.

Konuya yönelik öğrenci görüşleri "*Daha çok teorik kısımlarda zorlandık. Çünkü yapacak olduğumuz tasarımı tasarlamak, hangi malzemeyi kullanacağımızı bulmak biraz zamanımızı alıyor.*" (K2), "*Çok uzun sürmesi olumsuz bir yönüydü.*" (K5) ve "*Çok uzun sürdüğünden ve hiç ara vermediğimizden dolayı çok yorucu oluyor.*" (K28) şeklinde olmuştur.

Öğrenci görüşlerinden de anlaşılacağı üzere sorgulayıcı öğrenme ortamında gerçekleştirilen FeTeMM etkinliklerinin uygulanmasının uzun bir süre aldığı belirtilmiştir. Sürenin uzaması öğrenciler üzerinde bıkkınlık, verimsizlik, derse olan tutumlarını olumsuz derece etkilediği düşünülmektedir.

Etkinliklerde Zorlanma:

Öğrenciler FeTeMM etkinliklerinde zorlanmalarının FeTeMM eğitiminin olumsuz bir yönü olarak görmektedirler.

Konuya yönelik öğrenci görüşleri "*Kullanmak istemem. Çünkü zor ve zaman isteyen etkinlikler var.*" (K16), "*Bize hep ezber bilgiler öğretildi o yüzden bildiğimiz konuları uygulamaya dökmek bizi biraz zorladı açıkçası.*" (K17) ve "*Diğer uygulamalara alışkın olduğumuz için bu etkinliklerde çok zorlandık. Öğretmen olduğumda uygulamayı pek düşünmüyorum.*" (K22) şeklinde olmuştur.

Öğrenci görüşlerinden de anlaşılacağı üzere sorgulayıcı öğrenme ortamında gerçekleştirilen FeTeMM etkinliklerinde zorlandıklarını ifade etmişlerdir. Bu durum bireylerin FeTeMM eğitimine karşı olumsuz bir tutum geliştirmelerine sebep olduğu düşünülmektedir.

Yorucu Olması:

Öğrenci görüşlerine göre FeTeMM etkinliklerinin yorucu olması FeTeMM eğitiminin olumsuz bir yönü olarak görmektedirler.

Konuya yönelik öğrenci görüşü "*Çok uzun sürdüğünden ve hiç ara vermediğimizden dolayı çok yorucu oluyor. Öğretmen olduğumda da bu etkinliklere başvurmayı pek düşünmüyorum. Çocuklar için ağır olabilir.*" (K28) şeklinde olmuştur.

Öğrenci görüşünden de anlaşılacağı üzere sorgulayıcı öğrenme ortamında gerçekleştirilen FeTeMM etkinliklerinin yorucu olması etkinliklerinin dezavantajı olarak ifade etmiştir. Bu nedenle öğretmen olduklarında da kullanma yoluna başvurmayacağı sonucuna ulaşmıştır. Etkinliklerin yorucu olması etkenini göz önünde bulundurması sebebiyle FeTeMM eğitimi için olumsuz bir tutum gelişebileceği düşünülmektedir.

Geleneksel Uygulama Yöntemine Önem Verme:

Öğrenci görüşlerine göre geleneksel uygulama yöntemine önem verme sebebiyle FeTeMM eğitime sıcak bakmadıklarını tespit edilmiştir.

Konuya göre öğrenci görüşü "*Aslında böyle uygulamalar çok da gerekli değil bence çünkü bu etkinlikler konudan uzaklaştırabilir. Dersi eskisi gibi işleyebildik.*" (D24) şeklinde olmuştur.

Öğrenci görüşünden de anlaşılacağı üzere geleneksel konu anlatım olarak bilinen düz konu anlatımını FeTeMM eğitime tercih etmiştir. Bu durumu FeTeMM etkinliklerinin uzun zaman alması ve yorucu olmasının tetiklediği düşünülmektedir.

Sınırlılıklar

FeTeMM eğitiminde güçlükler ana temasına ait "Sınırlılıklar" alt temasında öğrencilerin en fazla üzerinde durdukları kodlar "Malzeme Yetersizliği" (f=6) olurken, en az üzerinde durdukları kod ise "Ders Süresi Yetersizliği" (f=3) olduğu görülmüştür (Çizelge 4.7.).

Malzeme Yetersizliği:

Öğrenci görüşlerine göre FeTeMM etkinliklerinde malzeme yetersizliği yaşamaları FeTeMM eğitimi için bir dezavantaj olarak belirtilmektedir.

Konuya yönelik öğrenci görüşleri "*Malzemeler eksik olabiliyor. Bu yüzden tam olarak istediğimiz tasarımı yapamıyoruz. Bu da etkinliklerin bir dezavantajıdır.*" (K3) ve "*Etkinliklerin olumsuz yönü malzeme yetersizliği yüzünden aksaklıklar yaşıyoruz. Amaca ulaşamıyoruz.*" (K26) şeklinde olmuştur.

Öğrenci görüşlerinden de anlaşılacağı üzere FeTeMM etkinlikleri sırasında belirlenen problem çözümü için tasarlanan mühendislik ürünüde kullanılan malzemelerin yetersizliği sonucunda amaca ulaşamadıklarını bildirmişlerdir. Bu yüzden FeTeMM eğitimi için bir dezavantaj olarak belirledikleri düşünülmektedir.

Kalabalık Sınıflarda Uygulama Güçlüğü:

Öğrenci görüşlerine göre FeTeMM etkinliklerinin kalabalık sınıflarda uygulama güçlüğü FeTeMM eğitimi için olumsuz bir durum olarak nitelendirilmiştir.

Konuya yönelik öğrenci görüşleri "*Uygulamayı yaparken hipotez kurmada zorlandık. Zorlanmamızın sebebi grubun çok kalabalık olmasıydı.*" (K9) ve "*Çok zahmetli, kalabalık bir sınıfta etkili olamaz. Anlaşılması zor.*" (K10) şeklinde olmuştur.

Öğrenci görüşlerinden de anlaşılacağı üzere sorgulayıcı öğrenme ortamında gerçekleştirilen FeTeMM etkinlikleri sırasında sınıfın kalabalık olması FeTeMM eğitimi için olumsuz bir durum oluşturduğu ifade edilmiştir. Bu sonuca sınıf mevcudunun fazlalığı, grup birey sayısının da fazla olmasının yol açtığını ve bu yüzden de etkinlikler sırasında aksaklıklar yaşamalarına neden olduğu düşünülmektedir.

Ders Süresi Yetersizliği:

Öğrenci görüşlerine göre ders süresinin yetersizliği FeTeMM eğitimi için olumsuz bir durum oluşturmaktadır.

Konuya göre öğrenci görüşü "*Gerekli ama esnek olmalı süre bakımından.*" (D35) şeklinde olmuştur.

Öğrenci görüşünden de anlaşılacağı üzere sorgulayıcı öğrenme ortamında gerçekleştirilen FeTeMM etkinlikleri için verilen ders süresinin yetersiz olduğu belirlenmiştir. Bu sonuca ise problem çözümü için gerekli aşamaları belirlenen ders süresi içerisinde yetiştirememeleri sebep olduğu düşünülmektedir.

"Öğretmen olduğunuzda FeTeMM etkinliklerini sınıfınızda kullanmak ister misiniz? Cevabınız evet ise; Cevabınız hayır ise;" sorusuna " Hayır" yönünde cevap veren öğrenci görüşü incelendiğinde FeTeMM etkinliklerini derslerinde kullanmama nedeni olarak kalabalık sınıflarda FeTeMM etkinliklerinin kullanımı zor olacağını ayrıca etkinliklerin zor ve zahmetli olduklarını belirtmiştir. Belirtilen bu nedenler "Olumsuz Tutum" ve "Sınırlılıklar" alt temaları içerisinde verilen kodları destekler nitelikte çıkmıştır (Çizelge 4.7.).

Konuya yönelik öğrenci görüşü "*Hayır istemem. Çünkü kalabalık sınıflarda bu etkinlikleri gerçekleştirmek çok zordur. Birde çok zaman alıyor. Ortaokul öğrencileri içinde ağır gelebilir.*" (K9) yönünde olmuştur.

4.2.3. "FeTeMM Eğitiminde Simülasyon Kullanımı" Ana Temasına Ait Bulgular ve Yorum

Öğrencilerin uygulamalar boyunca kullandıkları simülasyon programının FeTeMM eğitiminde kullanımı hakkındaki görüşlerini belirlemek amacıyla "Uygulamalar sırasında kullandığınız simülasyon programının, mühendislik tasarım sürecine etkisi oldu mu? Açıklayınız." sorusu yöneltmiştir. Verilen yanıtlar değerlendirilerek simülasyon kullanımının avantajları ve dezavantajları şeklinde iki alt temada toplanmıştır (Çizelge 4.8.).

Çizelge 4. 8. "FeTeMM Eğitiminde Simülasyon Kullanımı" ana teması altında yer alan alt temalar, kodlar ve frekanslar

ANA TEMA	ALT TEMA	KODLAR	ÖĞRENCİ FREKANSI(f)
FeTeMM Eğitiminde Simülasyon Kullanımı	Avantajlar	Müh. ürünü tasarlama ve geliştirme kolaylığı sağlama	29
		Deney yapma kolaylığı sağlama	14
		Bilgi teknolojileri kullanımı	12
		Hataları en aza indirme	9
		Zamandan tasarruf sağlama	4
		Malzemelere erişim kolaylığı	3
		Öğrenmeye katkı sağlama	2
		Düşünmeye katkı sağlama	1
		Malzeme belirlemede kolaylık sağlama	1
		Dezavantajlar	Programı etkili kullanamama
Programda sınırlılığın olması	2		

Avantajlar

FeTeMM eğitiminde simülasyon kullanımı ana temasına ait "Avantajlar" alt teması içerisinde öğrencilerin en çok üzerinde durduğu kodlar "Mühendislik Ürünü Tasarlama ve Geliştirme Kolaylığı Sağlama" (f=29), "Deney Yapma Kolaylığı Sağlama" (f=14), "Bilgi Teknolojileri Kullanımı" (f=12) olurken, en az üzerinde durduğu kodlar "Öğrenmeye Katkı Sağlama" (f=2), "Düşünmeye Katkı Sağlama" (f=1), "Malzeme Belirlemede Kolaylık Sağlama" (f=1) olmuştur (Çizelge 4.8.).

Mühendislik Ürünü Tasarlama ve Geliştirme Kolaylığı Sağlama:

Öğrenciler FeTeMM etkinlikleri sırasında kullandığı simülasyon programının mühendislik ürünü tasarlama ve geliştirme aşamalarında kolaylık sağladığını belirtmişlerdir.

Konuya yönelik bazı öğrenciler, "Evet. Çünkü önce programda tasarladığımız düzeneğin doğru olup olmadığına baktıktan sonra rahatlıkla tasarladık." (K1), "Oldu çünkü hangi materyalin nerede hangi konumda duracağını bilerek tasarıma başlıyorduk." (K13) ve "Oldu. Tasarımları simülasyon programında deneyerek en faydalı seçeneği bulduk ve tasarımımızı kolaylaştırdık." (K14) şeklinde görüş bildirmişlerdir.

Belirtilen görüşlerden de anlaşılacağı üzere, öğrenciler problem çözümü için belirledikleri fikirleri simülasyon ortamında tasarlayıp, hangisinin doğru olduğuna karar vermiş ve elde ettikleri sonuçlara göre tasarlamışlardır.

Deney Yapma Kolaylığı Sağlama:

Öğrenciler FeTeMM etkinlikleri sırasında kullandığı simülasyon programının mühendislik tasarım sürecinde deney yapma sırasında kolaylık sağladığını belirtmişlerdir.

Konuya yönelik bazı öğrenciler, "Evet oldu. Bilgisayar üzerinde şekilleri yerleştirebilmeyi ve çizmeyi, hipotezlerimizin doğruluğunu ve yanlışlığını ispatlamaya öğrenip gözlemleyebildik." (K3), "Evet oldu. Mesela mercekle veya ayna kullanımı yansımada, kırılmada, görüntü oluşup oluşmadığını hipotezlerimizi test edebiliyoruz. Oluşan görüntünün özelliklerini görebiliyoruz. Farklı uygulamalar yapabiliyoruz." (K25) ve "Programı kullanarak elimizdeki malzemelerle sonucu doğru bir şekilde bulmaya çalıştık. Yani program üzerinde denedik sonucu doğru yaptığımızda projeyi yaptık." (K39) şeklinde görüş belirtmişlerdir.

Öğrencilerin belirtmiş olduğu görüşlerden de anlaşılacağı gibi simülasyon tabanlı sorgulayıcı öğrenme ortamında gerçekleştirilen FeTeMM eğitiminde kullanılan hipotezlerin ve değişkenlerin doğruluğunu kanıtlamak için tasarladıkları deneyleri sanal ortamda yapmaları öğrenciler için bir kolaylık sağladığı düşünülmektedir.

Bilgi Teknolojileri Kullanımı:

Öğrenciler FeTeMM etkinlikleri sırasında simülasyon programının kullanımını FeTeMM eğitimi için bilgi teknolojileri kullanımını sağladığını belirtmişlerdir.

Konuya yönelik bazı öğrenciler "Simülasyonu daha etkin kullanıyoruz. Tecrübeyle daha etkili sonuçlar elde edilebilir. Bu FeTeMM eğitimi için olumlu etkisiydi." (K19), "Evet, teknolojik olarak gelişmemiz gerektiği için bu uygulama ona

yardımcı oldu." (K21) ve "Evet oldu. Programı öğrenmiş olduk. Bu sayede geleceğin öğretmenleri olarak sanal âlemde de ders işleyebileceğiz." (K33) yönünde görüş bildirmişlerdir.

Öğrenci görüşlerinden de anlaşılacağı üzere FeTeMM etkinlikleri sırasında kullanılan simülasyon programı sayesinde bilgi teknolojileri kullanımını, program öğrenimini ve mesleki gelişimlerine katkıda bulunduğunu düşündükleri için FeTeMM eğitiminin sağladığı avantajlardan biri olabileceği şeklinde yorumlanmıştır.

Hataları En Aza İndirgeme:

Öğrenciler FeTeMM etkinlikleri sırasında kullanılan simülasyon programının mühendislik tasarım sürecinde karşılaşılabilecek hataları en aza indirme üzerine bir etkisi olduğunu belirtmişlerdir.

Konuya yönelik bazı öğrenciler, "Evet. Çünkü önce programda tasarladığımız düzeneğin doğru olup olmadığına baktık sonra rahatlıkla tasarladık." (K2), "Evet oldu. Simülasyon sayesinde kuracağımız düzenek sonucunda ne olacağını gördük ve hatalıysa düzeneği kurmadan tasarımımızı değiştirme fırsatı bulduk." (K23) ve "Simülasyon programı projeyi tasarlamamıza çok yardımcı oldu. Projeyi bilgisayarda görüp uyguladık. Böylece tasarımımızda nelerin yanlış olduğunu görebildik." (K31) şeklinde görüş bildirmişlerdir.

Öğrenci görüşlerinden anlaşılacağı üzere FeTeMM etkinlikleri sırasında kullanılan simülasyon programı mühendislik tasarım sürecinde hataları en aza indirmeyi sağladığı belirlenmiştir. Bu sonuca ise kurdukları hipotezlerin test edilmesi için tasarlanan deneylerin gerçekleşmesi, mühendislik tasarım ürünün tasarlanması gibi süreçler de hataları giderebilme şansı elde edebilmelerinden dolayı ulaştıkları düşünülmektedir.

Zamandan Tasarruf Sağlama:

Öğrenciler FeTeMM etkinlikleri sırasında kullanılan simülasyon programının mühendislik tasarım sürecinde zamandan tasarrufu sağlayarak etki ettiğini belirtmişlerdir.

Konuya yönelik öğrenciler, "Her seferinde yeni bir düzenek kurmamıza gerek kalmadı. Zaman kazandık." (K10) ve "Simülasyon programında denediğimiz hipotezlerin doğru olup olmadığına bize zaman kazandırdı." (K34) şeklinde görüş bildirmişlerdir.

Öğrenci görüşlerinden anlaşılacağı gibi FeTeMM etkinlikleri sırasında simülasyon programının kullanımı FeTeMM eğitimi için zamandan tasarruf sağladığı belirlenmiştir. Bu sonuca ise deneylerin gerçekleştirilmesi, mühendislik ürünün tasarımı gibi aşamalarda zamandan kazanç sağlamaları üzerine vardıkları düşünülmektedir.

Malzemelere Erişim Kolaylığı:

Öğrenciler FeTeMM etkinlikleri sırasında kullanılan simülasyon programının mühendislik tasarım sürecinde malzemelere erişim kolaylığı sağlayarak etki ettiğini belirtmişlerdir.

Konuya yönelik öğrenciler, "*Evet oldu. Kurduğumuz hipotezleri programla birlikte yapmak birçok yönden olumlu etkisi oldu. Örneğin gerçek hayata yapılması daha uzun sürebilir veya malzemeleri bulmak zor olabilir. Ama bu programla her şey elinin altında ve hemen yapılıyor.*" (K11) ve "*Gerçekte gözlemleyemediğimiz durumları simülasyon programı sayesinde görebildik. İsteddiğimiz derece yapabildik.*" (K29) şeklinde görüş bildirmişlerdir.

Öğrenci görüşlerinden de anlaşılacağı üzere FeTeMM etkinlikleri sırasında simülasyon programı sayesinde malzemelere kolayca erişebildikleri ortaya çıkmıştır. Malzemelere kolayca erişmeleri sayesinde hem zamandan tasarruf hem de tasarladıkları deneyleri rahatlıkla yapabilme olanağı yakalamışlardır. Bu yüzden FeTeMM eğitimi için simülasyon programı kullanımının avantaj sağlayacağı düşünülmektedir.

Öğrenmeye Katkı Sağlama:

Öğrenciler FeTeMM etkinlikleri sırasında kullandıkları simülasyon programının öğrenmeye katkı sağladığını belirtmişlerdir.

Konuya yönelik öğrenci görüşü "*Tabi ki oldu. Sanki canlıymış gibi gözümüzle görerek öğrendik.*" (K27) şeklinde olmuştur.

Öğrenci görüşünden de anlaşılacağı üzere FeTeMM etkinlikleri sırasında kullanılan simülasyon programı sayesinde öğrenmeye katkı sağlanmıştır. Çünkü yapılan deneyleri sanal ortamda gerçekleştirmeleri hem ilgi çekici hem de tasarladıkları deneyleri görsel olarak inceleyebilme fırsatı yakalamışlardır. Bu yüzden FeTeMM eğitiminde simülasyon programını kullanmak avantaj sağlayacağı düşünülmektedir.

Düşünmeye Katkı Sağlama:

Öğrenciler FeTeMM etkinlikleri sırasında kullanılan simülasyon programının düşünmeye katkı sağladığını belirtmişlerdir.

Konuya yönelik öğrenci görüşü "*Simülasyon programında çok yönlü düşünmeyi yapıyoruz.*" (K5) şeklinde olmuştur.

Öğrenci görüşünden de anlaşılacağı üzere FeTeMM etkinliklerinde kullanılan simülasyon programı düşünmeye katkı sağladığı belirlenmiştir. Bu durum FeTeMM eğitimi için bir avantaj olarak düşünülmektedir.

Malzeme Belirlemede Kolaylık Sağlama:

Öğrenciler FeTeMM etkinlikleri sırasında kullanılan simülasyon programı mühendislik tasarım sürecinde malzemelerin belirlenmesinde kolaylık sağladığını belirtmiştir.

Konuya yönelik öğrenci görüşü "*Tasarım aletimizi tasarlamadan tasarım malzemelerimizi belirlememizi sağladı.*" (K17) yönünde olmuştur.

Öğrenci görüşüne göre FeTeMM etkinlikleri sırasında kullanılan simülasyon programı mühendislik ürünü için gerekli malzemelerin belirlenmesinde kolaylık sağlamıştır. Bu durum FeTeMM eğitiminde simülasyon kullanımının bir avantaj sağladığı şeklinde yorumlanmıştır.

Dezavantajlar

FeTeMM eğitiminde simülasyon kullanımı ana temasına ait "Dezavantajlar" alt teması içerisinde öğrencilerin en çok üzerinde durduğu kod "Programı Etkili Kullanamama" (f=8) olurken; en az üzerinde durdukları kod ise "Programda Sınırlılığın Olması" (f=2) olmuştur (Çizelge 4.8.).

Programı Etkili Kullanamama:

Öğrenci görüşlerine göre FeTeMM etkinlikleri sırasında kullanılan simülasyon programı etkili kullanılamazsa amaca hizmet etmediği belirlenmiştir.

Konuya yönelik öğrenciler "*Pek olduğunu düşünmüyorum. Çünkü biz programı daha yeni öğreniyoruz. Kavramamız, çok iyi bir şekilde kullanmamız zaman alacak bir durum.*" (K8), "*Bilgisayarda yaptığımız simülasyon etkinliğinde zorlandım. Alışkın olmadığımız bir uygulama olduğu için alışmakta zorluk yaşadım.*" (K12) ve "*Tasarımda zorlandık. Sistemin gereken parçalarını biliyoruz. Fakat bir bütün haline getiremiyoruz.*" (K13) şeklinde görüş bildirmiştir.

Öğrenci görüşlerinden anlaşılacağı üzere FeTeMM etkinlikleri sırasında kullanılan simülasyon programının yeni öğreniliyor olması, kavrayamamış olmaları ve bu yüzden mühendislik tasarımı sırasında zorluk yaşamaları nedeniyle simülasyon programının etkili kullanamama söz konusu olmuştur. Bu nedenle FeTeMM eğitiminde simülasyon programı kullanımının etkili bir şekilde kullanılmaması bir dezavantaj sağlayabileceği düşünülmektedir.

Programda Sınırlılığın Olması:

Öğrenci görüşlerine göre FeTeMM etkinlikleri sırasında kullanılan simülasyon programının eksiklerinin olduğunu belirtmişlerdir.

Konuya yönelik öğrenci görüşü "*Sistemde bir kaç eksiklikler var. Deneylerde denemek istediğimiz bazı malzemeleri bulamadık. Bu yüzden tasarladığımız deneylerin bazılarını yapamadık.*" (K4) şeklinde olmuştur.

Öğrenci görüşünden de anlaşılacağı üzere FeTeMM etkinlikleri sırasında kullanılan simülasyon programında deneyler sırasında belirledikleri bazı malzemelere yer vermediğini bu yüzden de deneylerini gerçekleştiremediklerini belirtmiştir. Bu durum FeTeMM eğitimi için bir dezavantaj olabileceği düşünülmektedir.

5. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu bölümde araştırma kapsamında elde edilen bulgular neticesinde ulaşılan sonuçlara, sonuçlar ile ilgili literatür tartışmasına ve sonuçlara yönelik geliştirilen önerilere yer verilmiştir.

5.1. Sonuç ve Tartışma

5.1.1. Birinci Alt Probleme Yönelik Sonuç ve Tartışma

Araştırmada birinci alt problem, "Öğrencilerin uygulama öncesi ve sonrasındaki FeTeMM farkındalık durumları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık var mıdır?" şeklinde ifade edilmişti. Bu nedenle araştırmada yer alan öğrencilere, FeTeMM Farkındalık Ölçeği ön test-son test olarak uygulanmış ve elde edilen bulgulara dayalı sonuçlar bu bölümde sunulmuştur.

Uygulama öncesi ve sonrasında araştırmaya katılan öğrencilerin tamamına FeTeMM farkındalık durumlarını belirlemek amacıyla FeTeMM Farkındalık Ölçeği ön test-son test olarak uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre öğrencilerin olumlu boyut ön test- son test ortalamaları arasında anlamlı bir fark ortaya çıkmıştır. 3,92 olarak hesaplanan "Cohen d (d)" (Etki Büyüklüğü) değeri ise öğrenciler üzerine yapılan uygulamaların FeTeMM farkındalık durumları üzerinde "geniş" derecede etki büyüklüğüne sahip olduğunu göstermiştir. Elde edilen sonuçlar neticesinde öğrencilerin uygulamalar sonrasında FeTeMM eğitimine karşı olumlu yönde farkındalık sahibi olduklarını ortaya çıkarmıştır. Ayrıca öğrencilerin FeTeMM farkındalık durumlarının olumsuz boyut ön test- son test ortalamalarının arasında anlamlı bir farklılık olduğu sonucu tespit edilmiştir. Olumsuz boyut üzerindeki etki büyüklüğünü hesaplamak adına belirlenen d değeri ise 2,83 olarak bulunmuştur. Simülasyon tabanlı sorgulayıcı öğrenme ortamında gerçekleştirilen FeTeMM eğitimi ve etkinliklerinin uygulamalar sonrasında bireylerin FeTeMM farkındalık durumlarını olumlu yönde "geniş" derecede etkilediği söylenebilir. Bu da

öğrencilerin olumlu yönde farkındalık kazanmalarıyla, olumsuz yöndeki FeTeMM farkındalık durumlarının düştüğüne yani FeTeMM eğitimine ilişkin bakış açılarının olumlu yönde geliştiği sonucunu ortaya çıkarmıştır. FeTeMM eğitiminin getirdiği bütüncül ve disiplinlerarası bakış açısının ülkemizdeki eğitim sistemine yansiyabilmesi için eğitim sisteminin temel parçalarından olan öğretmenlerin henüz eğitim fakültelerindeyken FeTeMM konusunda farkındalığın belirlenmesi gerektiği düşünülmektedir (Buyruk ve Korkmaz, 2014). Çünkü geleceğin mimarı olan öğretmenlerin bu konuda bilinç ve duyarlılık kazanmaları sayesinde sınıflarında FeTeMM eğitime yer vereceklerdir. Ayrıca FeTeMM eğitiminin simülasyon tabanlı sorgulayıcı öğrenme ortamında verilmesinin de farkındalık üzerinde olumlu bir etkiye sebep olduğu düşünülmektedir. Çünkü bilgileri açığa çıkarmak için sorgulama sürecine çekilen bireyler aşama aşama kendileri için doğru ve gerekli olan bilgiye erişmeyi sağlamışlardır.

Alanyazın incelendiğinde Aslan-Tutak vd. (2017), Gökbayrak ve Karışan (2017a) ve Deveci (2018) üniversite düzeyinde öğrencilerin FeTeMM farkındalıklarının belirlenmesine yönelik çalışmalar yapmıştır. Yapılan bu çalışmaların sonuçlarına göre öğrencilerin FeTeMM farkındalıkları arasında anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Yapılan bu çalışmayla da öğrencilerin uygulama öncesi ve sonrasındaki FeTeMM farkındalık durumlarının arasında anlamlı bir farklılık çıkmıştır. Ancak Hebece ve Usta (2017) çalışmalarında alanyazında yer alan sonuçlardan farklı olarak öğrenci cinsiyetleri açısından FeTeMM farkındalık durumları kıyaslandığında kadın öğrencilerin, erkek öğrencilerine kıyasla daha yüksek sonuç elde edilirken, sınıf düzeyinde incelendiğinde anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

5.1.2. İkinci Alt Probleme Yönelik Sonuç ve Tartışma

Araştırmada ikinci alt problem, "Öğrencilerin uygulama öncesi ve sonrasındaki bilimsel süreç becerileri durumları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık var mıdır?" şeklinde ifade edilmişti. Bu nedenle araştırmada yer alan öğrencilere, BSBT uygulanmış ve elde edilen bulgulara dayalı sonuçlar bu bölümde sunulmuştur.

Uygulamalar öncesinde ve sonrasında, araştırmaya katılan öğrencilerin bilimsel süreç becerileri durumlarını belirlemek için BSBT ön test- son test olarak uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre öğrencilerin BSBT ön test-son test ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık olduğu sonucuna ulaşılmıştır. 0,700 olarak hesaplanan d değeri ise öğrenciler üzerine yapılan uygulamaların bilimsel süreç becerileri üzerinde orta derecede bir etki büyüklüğüne sahip olduğunu göstermiştir. Bu durumda, simülasyon tabanlı sorgulayıcı öğrenme ortamında FeTeMM eğitiminin bilimsel süreç becerileri kazandırılmasında ve geliştirilmesinde etkili olduğu söylenebilir. Ayrıca süreç içerisinde öğrencilerin başvurduğu sorgulamaya dayalı öğrenme basamaklarının entegre edildiği FeTeMM eğitimi sayesinde mühendislik probleminin çözümü için sorgulama yapmaları ve bir bilim insanı rolü üstlenip bilimsel bilgiye ulaşma amaçlarının bilimsel süreç becerilerinin üzerinde etkili olduğu söylenebilir. Uygulamaların içeriğini oluşturan geometrik optik konularının soyut kavramlar içermesi simülasyon tabanlı gerçekleşen uygulamaları önemli hale getirmiştir. Çünkü mühendislik probleminin çözümü için alt problemler ve bu alt problemlere yönelik hipotezler belirlenmiştir. Öğrenciler bu hipotezleri simülasyon programında test etmek amaçlı deneyler tasarlayıp, yürütmüşlerdir. Deneylerin tasarlandığı simülasyon programı değişkenleri kontrol etmeye ve mühendislik ürünü tasarımında kullanılacak materyallere karar vermelerine imkân sunmuştur. Böylelikle elde ettikleri verileri yorumlamış ve kendileri için gerekli olan doğru bilgiye ulaşarak anlamlı öğrenme gerçekleştirmişlerdir. Ayrıca öğrenciler deneyler sırasında karşılaşılan hatalı sonuçlar sayesinde mühendislik tasarım ürününü hayata geçirme aşamasında yaşanılacak hataları önceden görebilme imkânı yakalamışlardır. Bu da uygulama sırasında zamandan tasarruf etmelerini sağlamıştır.

Literatür incelemesinde FeTeMM eğitiminin bilimsel süreç becerilerine sağladığı katkıyı belirlemek amacıyla birçok çalışma yapıldığı görülmektedir. Bozkurt (2014), Gökbayrak ve Karışan (2017b) üniversite öğrencilerine; Eroğlu ve Bektaş (2016) ise öğretmenlere yönelik çalışma yapmıştır. Elde edilen sonuçlara göre FeTeMM eğitiminin bireylerin bilimsel süreç becerilerine olumlu yönde katkı sağladığı ortaya çıkmıştır. Yapmış olduğumuz bu çalışmanın sonucuyla, alan yazında karşılaşılan sonuçların örtüştüğü ortaya çıkmıştır.

5.1.3. Üçüncü Alt Probleme Yönelik Sonuç ve Tartışma

Araştırmada üçüncü alt problem "Öğrencilerin simülasyon tabanlı sorgulamaya dayalı FeTeMM eğitimi hakkında ki görüşleri nelerdir?" şeklinde belirlenmişti. Amaca yönelik, uygulama sonrası öğrenci görüşlerini açığa çıkarabilmek için araştırmacı tarafından geliştirilen "FeTeMM Görüşme Formu" kullanılmıştır.

Öğrenci görüşlerinden uygulamalarla ilgili; FeTeMM'in öğrenmeye etkisi ve FeTeMM eğitiminde güçlükler ana temalara ulaşılmıştır. Bu temaların altında beceri gelişimi, bilginin yapılandırılması ve desteklenmesi, tutum ve motivasyon yönelimi ve yenilikler gibi olumlu görüşlerin belirtildiği alt temalara ulaşılmıştır. Bu bağlamda öğrencilerin "beceri gelişimi" alt teması altında en çok bahsettiği problem çözüme becerisi kodu üzerinde durduğu görülmüştür. Öğrenciler uygulamalar boyunca mühendislik problemine çözüm olacak tasarım ürününe ulaşmaya çalışmışlardır. Dolayısıyla problem çözüme becerisini kullanmaları ve bunu ifade etmeleri beklenen bir durum olarak görülmüştür. Ayrıca öğrencilerin düşünme becerisi, el becerisi gelişimi, yaratıcılık becerisi, takım çalışması, hipotez kurma, iş birliği becerisi, analitik düşünme becerisi, iletişim becerisi, eleştirel düşünme becerisi, matematiksel düşünme, karar verme ve değişkenleri belirleme becerilerinin gelişimini desteklediği sonucuna varılmıştır. Öğrenci görüşleri incelendiğinde P21 (2009) programı içerisinde yer verilen 21. yüzyıl becerilerinden (eleştirel düşünme, yaratıcılık, iş birliği ve iletişim) bahsedildiği tespit edilmiştir. Aynı zamanda MEB (2005) vizyonunda yer alan temel becerilerin yanı sıra fen bilimleri dersi öğretim programı (MEB, 2013; 2017) içerisinde yer alan "beceri" öğrenme alanı altındaki bilimsel süreç becerilerine değinerek, bu becerilerinin de gelişimini sağlayacağı yönünde görüş bildirmişlerdir. Beceri gelişimi alt temasına yönelik belirtilen görüşler neticesinde ikinci hipoteze ait sonuçlar başlığı altında yer verilen BSBT sonuçlarının örtüştüğü görülmüştür. FeTeMM'in öğrenmeye etkisi ana teması altında yer alan bir başka alt tema "tutum ve motivasyon" yönelimidir (Çizelge 4.6.). Belirtilen tema altında FeTeMM eğitiminin derse karşı tutumlarına, ilgi ve alakalarına olumlu etki ettiği yönünde görüş bildirmişlerdir. Bu görüşlere ek olarak FeTeMM eğitimine karşı kazandıkları tutum neticesinde öğrencilerin %92,3'ü, lisans öğrenimleri boyunca FeTeMM etkinliklerine yer verilmesinin gelişimlerine olumlu katkı sağlayacağını

belirtmişlerdir. Elde edilen bu istatistik, birinci hipoteze yönelik sonucun verildiği başlık altında yer alan öğrencilerin FeTeMM farkındalık durumlarında görülen olumlu artışı desteklemiştir. Lisans öğrenimlerinde FeTeMM etkinliklerine yer verilmesini isteme sebebi olarak hayal gücünün gelişimini sağlama, derse olan ilgiyi arttırma, uygulamalar boyunca kullanılan etkinlikleri beğenmeleri ve öğrenci ve mesleki gelişimlerine katkı sağlayacağını düşünmeleri yönünde görüş bildirmişlerdir. Öğrenciler görüşlerinde FeTeMM etkinliklerinin "bilginin yapılandırılması ve desteklenmesi" alt teması altında toplanan kodlara da yer vermiştir (Çizelge 4.6.). Bu alanda öğrencileri en çok somutlaştırmayı sağladığı yönünde görüş bildirirken buna ek olarak etkili öğrenmeyi sağladığına da değinildiği görülmüştür. FeTeMM eğitiminin bireylere, bir bilim insanı gibi düşündüren, problem durumlarına çözüm üreten ve bunları yaparken öğrenci merkezli bir eğitim fırsatı sunması derse olan ilgiyi de arttıracığı sonucuna ulaştırmıştır. Ayrıca bireyler üzerinde konuyu kavrama, konu eksikliğini giderme ve eğlenerek öğrenmeyi sağlayarak verimli bir ders ortamı oluşması yönünde belirtilen görüşler FeTeMM eğitimini, fen eğitimi için gerekli bir yöntem olabileceğini desteklemektedir. Simülasyon tabanlı sorgulayıcı öğrenme ile FeTeMM entegrasyonu sonucunda gerçekleştirilen eğitim ile ilgili belirledikleri olumlu sonuçlar yukarıda verilmiştir. Bu sonuçlarla birlikte öğrencilerin %97,4'ü, öğretmen olduklarında da FeTeMM eğitimini ve etkinliklerini sınıflarında da kullanmak istediğini, %2.6'sı ise kullanmak istemediğini belirtmiştir. Bu sonuca ulaşmalarında ise uygulamalar boyunca edinilen bireysel tecrübelerin etkili olduğu tespit edilmiştir. Kullanmak istemelerinin nedeni olarak öğrenmelerini desteklemesi, somutlaştırmayı sağlaması, derse karşı ilgilerini arttırması, eğlenerek öğrenmeyi sağlama, süreç içerisinde bireylerin aktif rol üstlenmesi gibi nedenler belirtmişlerdir. Çalışma gruplarının FeTeMM'in öğrenmeye etkisi ana teması altında değindiği bir başka alt boyut ise "yenilikler" olmuştur (Çizelge 4.6.). Daha önceki laboratuvar uygulamalarıyla, gerçekleştirilen FeTeMM eğitimini kıyaslamaları istendiğinde öğrencilerin en çok probleme çözüm bulma olurken, en az ise problem cümlesi belirlemeyi yeni bir durum olarak belirtmişlerdir. Bu sonuçların yanı sıra disiplinlerarası etkileşimi sağlama ve mühendislik ürünü oluşturma yönünde de görüş bildirmişlerdir. FeTeMM eğitiminin öğrenmeye etkisi ana temasını oluşturan öğrenci ifadeleri neticesinde FeTeMM eğitiminin bireylerin üzerinde olumlu etki bıraktığını göstermiştir (Çizelge 4.6.). Bu bulgu öğretmen adaylarının FeTeMM öğretimine

yönelik tutumların olumlu yönde olduğunu vurgulayan çalışmalarla da örtüşmektedir (Adams vd., 2014; Çorlu vd., 2015). Kızılay (2016) fen bilgisi öğretmen adaylarıyla gerçekleştirdiği çalışmada, FeTeMM eğitiminin kalıcı öğrenen, anlayan, araştıran ve üreten bireyler sağlaması açısından çeşitli faydaları ortaya çıkmıştır. Özçakır-Sümen ve Çalışıcı (2016) öğretmen adaylarına yönelik gerçekleştirdikleri çalışmada ise FeTeMM etkinlikleri ile ilgili olumlu görüş bildirdikleri sonucuna ulaşmışlardır. Tarkin-Çelikkıran ve Aydın-Günbatır (2017) yaptıkları çalışmada ise FeTeMM etkinliklerinin öğretmen adaylarının disiplinlerarası bakış açısını kazandırma, alan bilgilerini hatırlatma ve pekiştirme yönünde olumlu katkı sağladığı sonucuna ulaşmışlardır.

Araştırmada uygulanan FeTeMM etkinlikleri boyunca yaşanan güçlükleri belirlemelerine yönelik soru yöneltilmiş, görüşlerden elde edilen bulgular ise "FeTeMM eğitiminde güçlükler" ana teması altında toplanmıştır (Çizelge 4.7.). Bu tema altında "bilgi ve beceriye bağlı güçlükler", "olumsuz tutum" ve "sınırlılıklar" alt temalarında uygulamanın olumsuz yansımalarına ulaşılmıştır. Bu bağlamda öğrencilerin "bilgi ve beceriye bağlı güçlükler" alt teması altında mühendislik ürün tasarlama ve oluşturma güçlüğü kodu üzerinde durduğu görülmüştür. Öğrencilerin FeTeMM eğitimi ve etkinlikleriyle ilk defa karşılaşmaları, etkinlikler sırasında güçlük yaşamalarında etkili olduğu şeklinde düşünülmektedir. Ayrıca öğrenciler görüşlerinde hipotez belirleme, problem belirleme, grup içi iletişim kurma, deney yapma, karar verme ve bilgi eksikliği olması kaynaklı güçlüklerden de bahsetmişlerdir. Öğrenciler görüşlerinde etkinliklerin uygulanması sırasında problemi belirleme, problemin çözümüne uygun hipotezlerin yazılması ve deney yapma aşamalarında zorlandıklarını belirtmişlerdir. Belirtilen bu görüşler neticesinde daha önceki laboratuvar deneyimlerinde mevcut laboratuvar uygulamalarının kullanılması, öğrencilerin hipotez belirleme, deneyler tasarlama ve yürütme aşamalarında güçlük yaşamalarını ortaya çıkarmıştır. Öğrencilerin fikir birliğinde olduğu bir konu ise mühendislik ürünün tasarlanması aşamalarında zorlanmaları noktasında olmuştur. Ulaşılan bu sonuç, simülasyon programını kullanarak yaptıkları deney ve tasarımları gerçek malzemeleri kullanarak tasarıma dökemedikleri şeklinde yorumlanmıştır. Aslında bu durum öğrencilerin sanal ortamda karşılaştıkları laboratuvar malzemeleriyle, gerçek laboratuvar malzemelerini örtüştüremedikleri yani laboratuvar malzemelerinin kullanımını bilmedikleri sonucuna ulaştırmıştır.

Ayrıca bilgi eksikliğine sahip olduklarını düşünmeleri de ulaşılan bu sonucu desteklemektedir. Öğrencilerin günlük yaşadıkları diğer durumlar ise grup içi iletişim kurmada zorlanma ve karar verme aşamasıdır. Gruplar arası iletişimin sağlanamaması sonucu "beceri gelişimi" alt teması içerisinde yer alan "takım çalışması" kodunun geliştiği yönündeki sonuçla kıyaslandığında ters düştüğü görülmüştür. Pekbay (2017), doktora tez çalışmasında elde edilen bu sonuca benzer bir sonuç tespit etmiştir. Pekbay (2017)'a göre bu durumun sebebi, öğrenci gruplarını araştırma yürütücüsünün belirlemesi ve bu yüzden bireyler arasında bazı anlaşmazlıkların neden olabileceğini belirtmiştir. Etkinlikler sırasında yaşanan güçlükler, öğrencilerin derse karşı tutumlarını olumsuz yönde etkileyebileceği sonucunu ortaya çıkarmıştır. Konuya yönelik öğrenci görüşlerinde etkinliğin uzun sürmesi, etkinliklerde zorlanma, etkinliklerin yorucu olması ve geleneksel uygulama yöntemine önem verme şeklinde öğrenci ifadeleri tespit edilmiştir. FeTeMM eğitimi sürecine ek olarak sorgulayıcı öğrenme sürecinin de eklenmesiyle etkinliklerin uzun sürmesi öğrenciler açısından yorucu olmuştur ve derse karşı sıkıcı olarak değerlendirilmiştir. Bu nedenle de geleneksel uygulama yöntemine yönelim gösterdikleri tespit edilmiştir. Belirlenen bu sonuçlara ek olarak öğrencilerin yaşadıkları güçlükleri uygulamalar sırasında yaşanan sınırlılıklara bağladıkları da tespit edilmiştir. Öğrenciler bu sınırlılıkları, malzeme yetersizliği, kalabalık sınıflarda uygulama güçlüğü ve ders süresinin yetersizliği olarak belirtmiştir. Literatür incelemesinde FeTeMM eğitiminin olumlu yönlerinden bahsedildiği gibi olumsuz yönlerinden de bahsedilmektedir. Özçakır-Sümen ve Çalışıcı (2016) çalışmalarında FeTeMM uygulamaların uzun sürmesi sebebiyle ders saatlerinin yetersiz ve kalabalık sınıflarda uygulanmasının zor olabileceğini belirtmişlerdir. Kızılay (2016) ise çalışmasında öğretmen adayları, FeTeMM eğitiminin sıkıcı olması ve yararlı görmemeleri yönünde olumsuz görüş bildirmişlerdir. Belirtilen olumsuz sonuçların, bu çalışmada ortaya çıkan olumsuzluklarla da örtüştüğü görülmektedir.

5.1.4. Dördüncü Alt Probleme Yönelik Sonuç ve Tartışma

Araştırmada dördüncü alt problem "Öğrencilerin FeTeMM uygulamalarında kullandığı simülasyon programı kullanımı konusundaki görüşleri nelerdir?" şeklinde belirlenmişti. Amaca yönelik öğrenci görüşlerini açığa çıkarabilmek için araştırmacı tarafından geliştirilen FETEMM-GF kullanılmıştır.

Öğrenciler uygulamalar boyunca simülasyon tabanlı sorgulayıcı öğrenme ortamında FeTeMM eğitimi etkinliklerine maruz bırakılmıştır. FeTeMM etkinlikleri ile sunulan mühendislik problemi çözümü için simülasyon programı kullanılmıştır. Bu bağlamda simülasyon programı kullanımı ve FeTeMM eğitimine sağladığı etkiyi belirlemek adına öğrenci görüşlerine başvurulmuştur. Öğrencilerin vermiş olduğu yanıtlar neticesinde FeTeMM eğitiminde simülasyon kullanımı ana teması ve buna bağlı olarak avantajlar ve dezavantajlar alt temaları ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.8.). Etkinlikler sırasında simülasyon programı kullanımının, deneylerin yapılmasında ve mühendislik tasarımı oluşturulmasında öğrencilere avantaj sağladığı belirlenmiştir. Simülasyon programının FeTeMM eğitimi etkinliklerinde kullanılması, deneyler sırasında karşılaşılan hatalara anında müdahale edilmesini sağlamıştır. Ayrıca mühendislik ürünü tasarlama ve geliştirme aşamalarında da karşılaşılabilecek durumları önceden tespit ederek kolaylık sağlamıştır. Bu da simülasyon kullanımının, uygulama sırasında zamandan tasarruf sağladığı sonucuna ulaştırmıştır. Tespit edilen bu sonuca ek olarak simülasyon programı kullanımı, karşılaşılabilecek hataları en aza indirgeme, malzemelere kolay erişim sağlama, deney yaparken kolaylık sağlama ve bunları gerçekleştirirken bir yandan da zamandan tasarruf sağlama nedeniyle öğrenciler açısından avantaj olarak nitelendirilmiştir. İncelemeler neticesinde genel olarak öğrencilerin FeTeMM eğitiminde simülasyon programı kullanımını yararlı buldukları sonucuna ulaşılmıştır. Srisawasdi vd. (2008) ve Rutten vd. (2012) yapmış oldukları çalışmalarda fen öğretiminde simülasyonların kullanımını bilimsel olguların görselleştirmeleri sebebiyle bilimsel kavramları anlamada olumlu katkılar sağladığını vurgulamışlardır. Ulukök vd. (2013) ise çalışmalarında bilgisayar destekli etkinliklerde Fizik kavramlarını daha iyi öğrendiklerini ve eğitime katkı sağladığını belirtmişlerdir. Gerçekleşen bu çalışmada da genel olarak öğrenciler, FeTeMM eğitiminde simülasyon kullanımının olumlu katkılar sağladığını belirtmişlerdir. Öğrenciler FeTeMM eğitimi boyunca senaryo ile

sunulan mühendislik problemine çözüm aramaya çalışmıştır. Problem çözümü için belirledikleri hipotezleri test etmek amaçlı simülasyon programını kullanarak deneyler tasarlamışlardır. Gerçekleştirdikleri deneylerin sonuçları, mühendislik tasarım ürününü doğrudan etkilemesi simülasyon programının kullanımını önemli hale getirmiştir. Öğrenciler, simülasyon programı ile yeni tanışıyor olmalarını ve programın özelliklerini özümsemelerinin zaman alacağını düşünmeleri FeTeMM eğitiminde simülasyon programı kullanımının dezavantaj yaratan bir yönü olarak görmüştür. Ayrıca öğrenciler tasarladıkları deneylerde kullanmak istediği malzemelere simülasyon programında yer verilmeme durumunu da dezavantaj olarak belirtmişlerdir.

5.2. Öneriler

Bütüncül olarak algılanması gereken FeTeMM eğitiminin kuramsal altyapısının oluşmaya başladığı son yıllarda, deneysel çalışmalara olan ihtiyaç artarak devam etmektedir (Çorlu, 2014; Ferrini-Mundy, 2013). Bu bakımdan araştırma bulguları sonucunda gerek öğretimin etkililiği gerekse FeTeMM eğitimin geliştirilmesi açısından önemli olabilecek önerilere yer verilmiştir.

1. Simülasyon tabanlı sorgulayıcı öğrenme ortamında gerçekleştirilen FeTeMM eğitimi uygulaması Genel Fizik Laboratuvarı III dersi kapsamında geometrik optik konusuyla sınırlı bir şekilde yürütülmüştür. Bu tür bir FeTeMM eğitimi farklı ders ve konu kapsamında güncellenerek öğretmen adaylarına lisans programı içerisinde uygulanabilir,
2. Araştırmanın uygulanmasında ikinci aşama olan keşfet (explore) aşamasında hipotezleri test etmek amaçlı deneyler tasarlanmıştır. Tasarlanan bu deneyler, Crocodile Physics 605 simülasyon programı kullanılarak yapılmıştır. Araştırmacı tarafından uygulama öncesi çalışma grubu öğrencilerine iki ders saati süreyle belirtilen programın tanıtımı ve öğretimi yapılmıştır. Fakat uygulama esnasında bu sürenin yeterli olmadığı görülmüştür. Buna benzer bir araştırma yapacak araştırmacılara, katılımcılara program öğretiminin daha geniş sürede yapılması gerektiği önerilmektedir,

3. Uygulamalar sırasında sorgulayıcı öğrenme ortamı kurulmuş ve FeTeMM etkinlikleri bu ortama entegre edilmiştir. Buna benzer bir çalışma için, FeTeMM eğitimini farklı öğretim modelleri içerisinde entegre ederek de yürütülebilir,
4. FeTeMM eğitim ve mühendislik uygulamaların yapılabilmesi için gerekli olan alt yapı ve süreçlerin sağlanması gerekmektedir,
5. Hazırlanan ders içerikleri fen disiplinin alt başlığı olan fizik konularını temel alıp hazırlanmıştır. Bunun yerine farklı disiplinleri merkeze alarak çeşitli konularda FeTeMM uygulamaları hazırlanıp, uygulanabilir,
6. Bu çalışma öğretmen adaylarına yönelik hedef kazanımlar çerçevesinde hazırlanıp, lisans eğitimleri sırasında gerçekleştirilmiştir. Ancak aynı uygulama ilkokul, ortaokul ve lise düzeyine yönelik hedef kazanımlar belirlenerek yeniden tasarlanıp, uygulanabilir.

KAYNAKLAR

- Adams, A. E., Miller, B. G., Saul, M. ve Pegg, J., Supporting elementary pre-service teachers to teach stem through place-based teaching and learning experiences. *Electronic Journal of Science Education*, 18 (5): 1-22, 2014.
- Aka Eİ., Güven E. ve Aydoğdu, M., Effect of Problem Solving Method on Science Process Skills and Academic Achievement. *Journal of Turkey Science Education*. 7 (4): 13-25, 2010.
- Akaygün, S., Aslan-Tutak, F., Bayazıt, N., Demir, K. ve Kesner, J. E., Kısaca FeTeMM eğitimi: Öğretmenler ve öğrencileri için iki günlük çalıştay. 2. International Conference on New Trends in Education, Bahçeşehir Üniversitesi, İstanbul, 2015.
- Akaygün, S. ve Aslan-Tutak, F., Conceptions of Pre-Service Chemistry. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4 (1): 56-71, 2016.
- Akgündüz, D., Ertepinar H., Ger M. A., Kaplan Sayı A. ve Türk Z., STEM Eğitimi Çalıştay Raporu Türkiye STEM Eğitimi Üzerine Kapsamlı Bir Değerlendirme. İstanbul Aydın Üniversitesi STEM Merkezi ve Eğitim Fakültesi, 2015.
- Aldridge, J. M. ve Fraser, B. J., A cross-cultural study of classroom learning environments in Australia and Taiwan. *Learning Environments Research*, 3: 101-134, 2000.
- Aslan-Tutak, F., Akaygün, S. ve Tezsezen, S., İşbirlikli FeTeMM (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) eğitimi uygulaması: kimya ve matematik öğretmen adaylarının FeTeMM farkındalıklarının incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 32 (4): 794-816, 2017.

Ayas, A., Fen Bilimlerinde Program Geliştirme ve Uygulama Teknikleri Üzerine Bir Çalışma: İki Çağdaş Yaklaşımın Değerlendirilmesi, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 11: 149-155, 1995.

Ayas, A., Çepni, S. ve Akdeniz, A.R., Development of the Turkish Secondary Science Curriculum, Science Education, 77(4): 433-440, 1993.

Ayvacı, H. Ş. ve Bebek, G., Fizik öğretimi sürecinde yaşanan sorunların değerlendirilmesine yönelik bir çalışma. Kastamonu Eğitim Dergisi, 26 (1): 125-134, 2018. doi:10.24106/kefdergi.375680

Azar, A., Okul deneyimi ve öğretmenlik uygulaması derslerine ilişkin görüşlerinin yansımaları. Milli Eğitim Dergisi, 159: 181-194, 2003.

Berlin, D. ve White, A., Connecting school science and mathematics in House, P. and Coxford, A. (Eds.) Connecting Mathematics across the Curriculum: 1995 Yearbook. Reston, VA: NCTM, 1995.

Bilgin, I., The effects of hands-on activities incorporating a cooperative learning approach on eighth grade students' science process skills and attitudes toward science. J. Baltic Sci. Educ., 1: 27-36, 2006.

Blumberg, P., Evaluating the evidence that problem-based learners are self-directed learners: a review of the literature. In D. H. Evenen and C. E. Hmelo Problem-based learning: A research perspective on learning interactions. 199-226. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 2000.

Bozkurt, E., Mühendislik tasarım temelli fen eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının karar verme becerisi, bilimsel süreç becerileri ve sürece yönelik algılarına etkisi. Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi, Ankara, 2014.

Bozkurt, E. ve Sarıkoç, A., Fizik eğitiminde sanal laboratuvar, geleneksel laboratuvarın yerini tutabilir mi? Selçuk Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi, 25: 89 -100, 2008.

Böyük, U., Demir, S. ve Erol, M., Fen ve teknoloji dersi öğretmenlerinin laboratuvar çalışmalarına yönelik yeterlik görüşlerinin farklı değişkenlere göre incelenmesi. Türk Bilim Araştırma Vakfı Bilim Dergisi, 3 (4): 342-349, 2010.

Bracey, G. ve Brooks, M., Teachers'n training: Building formal STEM teaching efficacy through informal science teaching experience. ASQ Advancing the STEM Agenda Conference, Grand Valley State University, Michigan, 2013.

Bragow, D., Gragow, K. A. ve Smith, E., Back to the future: Toward curriculum integration. Middle School Journal, 27: 39-46, 1995.

Branch, J. L. ve Solowan, D. G., Inquiry-based learning: The key to student success. Library Skills. School Libraries in Canada, 22 (4): 6-12, 2003.

Burns, J. C., Okey, J. C. ve Wise, K., Development of an Integrated Porcess Skills Test:TIPS II. Journal of Research in Science Teaching, 22 (2): 169-177, 1985.

Buyruk, B. ve Korkmaz, Ö., FeTeMM Farkındalık Ölçeği (FFÖ): Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması. Journal of Turkish Science Education, 1 (1): 3-23, 2014.

Büyüköztürk, Ş., Veri Analizi El Kitabı. Pegem A: Ankara, 2015.

Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö.E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F., Bilimsel araştırma yöntemleri. Ankara: Pegem Yayınları, 2008.

Bybee, R. W., What is STEM education?. Science, 329: 996-996, 2010a.

Bybee, R. W., Advancing STEM education: A 2020 vision. Technology and Engineering Teacher, 70 (1): 30-35, 2010b.

Carlsen, D. D. ve Andre, T., Use of a microcomputer simulation and conceptual change text to overcome students preconceptions about electric circuits. *Journal of Computer- Based Instruction*, 19: 105–109, 1992.

Cain, S., *Sciencing*. (4th ed). Upper Saddle River, NJ: Pearson Education, 2002.

Chambers, S.K., Haselhuhn, C., Andre, T., Mayberry, C., Wellington, S., Krafka, A., Volmer, J. ve Berger, J., The acquisition of a scientific understanding of electricity: Hands-on versus computer simulation experience; conceptual change versus didactic text. Paper presented at the AERA 1994, New Orleans, LA, 1994.

Chen, Y. L., Pan, P. R., Sung, Y. T. ve Chang, K.-E., Correcting misconceptions on electronics: Effects of a simulation-based learning environment backed by a conceptual change model. *Educational Technology and Society*, 16 (2): 212–227, 2013.

Chute, E, STEM education is branching out: Focus shifts from making science, math accessible to more than just brightest. *Pittsburg Post-Gazette*, 2009. <http://www.post-gazette.com/news/education/2009/02/10/STEM-education-is-branching-out/stories/200902100165> (Erişim tarihi: 18.07.2017)

Creswell, J. W., *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage, 2003.

Crippen, K. J. ve Archambault, L., Scaffolded inquiry-based instruction with technology: A signature pedagogy for STEM education. *Computers in the Schools*, 29 (1-2): 157-173, 2012.

Csikszentmihalyi, M. ve Getzels, J. W., Discovery-oriented behavior and the originality of creative products: A study with artists. *Journal of Personality and Social Psychology*. 19: 47-52, 1971.

Çavaş, B., Bulut, Ç., Holbrook, J. ve Rannikmae, M., Fen eğitimine mühendislik odaklı bir yaklaşım: ENGINEER projesi ve uygulamaları. Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi, 1 (1): 12-22, 2013.

Çelik, H., Gürpınar, C., Başer, N. ve Erdoğan, S., Öğrencilerin yaratıcı düşünme ve girişimcilik becerilerine yönelik fen bilgisi öğretmenlerinin görüşleri. Journal of Turkish Science Education, 2 (4): 277-307, 2015.

Çepni, S., Bilim, fen, teknoloji kavramlarının eğitim programlarına yansımaları. Kuramdan uygulamaya fen ve teknoloji öğretimi. 1–13. Ed: S. Çepni. Pegem A Yayıncılık, Ankara, Turkey, 2015.

Çınar, S. Pırasa, N., Uzun, N. ve Erenler, S., The effect of STEM education on pre-service science teachers' perception of interdisciplinary education. Journal of Turkish Science Education, 13(special issue), 118-142, 2016.

Çorlu, M. A., Adıgüzel, T., Ayar, M. C., Çorlu, M. S. ve Özel, S., Bilim, Teknoloji, Mühendislik Ve Matematik (BTMM) Eğitimi: Disiplinlerarası Çalışmalar ve Etkileşimler. X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 27-30 Haziran, Niğde 2012, s. 683, 2012.

Çorlu, M. A. ve Aydın, E., Evaluation of learning gains through integrated STEM projects. International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology, 4 (1): 20-29, 2016.

Çorlu, M. S., Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (FeTeMM) eğitimi teorik çerçevesi [A theoretical framework for STEM education]. X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresinde sunuldu, Niğde, 2012.

Çorlu, M. S., FeTeMM eğitimi makale çağrı mektubu. Turkish Journal of Education, 3 (1): 4-11, 2014.

Çorlu, M. S., Capraro, R. M. ve Capraro, M. M., Introducing STEM education: implications for educating our teachers for the age of innovation. *Eğitim ve Bilim*, 39 (171): 74-85, 2014.

Çorlu, S., Capraro, R. M. ve Çorlu, M.A., Investigating the Mental Readiness of Pre-service Teachers for Integrated Teaching. *International Online Journal of Educational Sciences*, 7 (1): 17-28, 2015.

Dabney, K., Almarode, J., Tai, R. H., Sadler, P. M., Sonnert, G., Miller, J. ve Hazari, Z., Out of school time science activities and their association with career interest in STEM. *International Journal of Science Education, Part-B*, 2 (1): 63-79, 2012.

Davis, E. A., Scaffolding students' knowledge integration: Prompts for reflection in KIE. *International Journal of Science Education*, 22: 819-837, 2000. doi:10.1080/095006900412293

Department for Education and Skills., STEM Programme Report. London: Author, 2006.

Deveci, İ., Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Girişimci Özellikleri İle İlgili Öz Değerlendirmeleri. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 0 (44): 202-228, 2017. DOI: 10.21764/maeuefd.319031

Deveci, İ., Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Sahip Oldukları FeTeMM Farkındalıklarının Girişimci Özellikleri Yordama Durumu. *Kastamonu Üniversitesi Kastamonu Eğitim Dergisi*, 99 (99): 1-18, 2018.

De Jong, T., Computer simulations - Technological advances in inquiry learning. *Science*, 312, 532-533, 2006a.

De Jong, T., Scaffolds for scientific discovery learning. In J. Elen, and R. E. Clark (Eds.), *Handling complexity in learning environments: Theory and research* (pp. 107-128). London: Elsevier, 2006b.

De Jong, T. ve Van Joolingen, W. R., Scientific discovery learning with computer simulations of conceptual domains. *Review of Educational Research*, 68: 179-202, 1998.

de Jong, T., de Hoog, R. ve de Vries, F., Coping with complex environments: The effects of overviews and a transparent interface on learning with a computer simulation. *International Journal of Man–Machine Studies*, 39: 621–639, 1993.

de Jong, T., van Joolingen, W. R., Giemza, A., Girault, I., Hoppe, U., Kindermann, J., . . . Dolonen, J., Learning by creating and exchanging objects: The SCY experience. *British Journal of Educational Technology*, 41: 909–921, 2010.

de Jong, T., van Joolingen, W. R., Swaak, J., Veermans, K., Limbach, R., King, S. ve Gureghian, D., Self-directed learning in simulation-based discovery environments. *Journal of Computer Assisted Learning*, 14: 235–246, 1998.

de Jong, T., Weinberger, A., Girault, I., Kluge, A., Lazonder, A., Pedaste, M., . . . Zacharia, Z., Using scenarios to design complex technology-enhanced learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 60: 883–901, 2012.

Dewey, J., Science as subject matter and as method. *Science*, 31: 121–127, 1910.

Dewey, J., *Logic: The theory of inquiry*. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1938a.

Dewey, J., *Experience and education*. London: Collier Books, 1938b.

European Commission (EC)., Horizon 2020. Monitoring Report 2014. Luxembourg, 2016.

Edelson, D. C., Gordin, D. N. ve Pea, R. D., Addressing the challenges of inquiry-based learning through technology and curriculum design. *Journal of the Learning Sciences*, 8: 391–450, 1999.

Edelson, D. C., Learning-for-use: A framework for the design of technology-supported inquiry activities. *Journal of Research in Science Teaching*, 38 (3): 355–385, 2001.

Eraslan, A., Fakülte-okul iş birliği programı: Matematik öğretmeni adaylarının okul uygulama dersi üzerine görüşleri, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34: 95-105, 2008.

Eroğlu, S. ve Bektaş, O., STEM eğitimi almış fen bilimleri öğretmenlerinin STEM temelli ders etkinlikleri hakkındaki görüşleri. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi (ENAD)*, 4 (3): 43-67, 2016.

Fairweather, J., Linking evidence and promising practices in science, technology, engineering, and mathematics (STEM) undergraduate education. Board of Science Education, National Research Council, The National Academies, Washington, DC, 4-5, 2008.

Fairweather, J. ve Paulson, K., The evolution of scientific fields in American universities: Disciplinary differences, institutional isomorphism. In J. Valimaa, and O. Ylijoki (Eds.), *Cultural perspectives in higher education*. 197-212. Dordrecht: Springer, 2008.

Ferrini-Mundy, J., STEM education: The administration's proposed reorganization (Testimony before the Committee on Science, Space, and Technology U.S. House of Representatives), 2013.

<http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001567/156700e.pdf> (Erişim tarihi: 06.01.2017)

Fensham, P., Science education policy-making. Paris: UNESCO, 2008.

Fllis, A. ve Fouts, J., Interdisciplinary curriculum: The research base: The decision to approach music curriculum from an interdisciplinary perspective should include a consideration of all the possible benefits and drawbacks. *Music Educators Journal*, 87 (5): 22–68, 2001.

Furner, J. ve Kumar, D., The mathematics and science integration argument: a stand for teacher education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology*, 3 (3): 185–189, 2007.

Friedler, Y., Nachmias, R. ve Linn, M.C., Learning scientific reasoning skills in microcomputer- based laboratories. *Journal of Research in Science Teaching*, 2 (27): 173–191, 1990.

Flick, L. ve Bell, R., Preparing tomorrow's science teachers to use technology: Guidelines for science educators. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 1 (1): 39–60, 2000.

Geban, Ö., Aşkar, P. ve Özkan, İ., Effects of Computer Similation and Problem Solving Approaches on High School. *Journal of Educational Research*, 86 (1): 5-10, 1992.

Gökbayrak, S. ve Karışan, D., Investigating the effect of STEM based laboratory activities on preservice science teacher's STEM awareness STEM temelli laboratuvar etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarına etkisinin incelenmesi. *Journal of Human Sciences*, 14 (4): 4275-4288, 2017a.

Gökbayrak, S. ve Karışan, D., STEM Etkinliklerinin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bilimsel Süreç Becerilerine Etkisi. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 8 (2): 63-84, 2017b.

Gökçe, E. ve Demirhan, C., Öğretmen eğitiminde yenilikçi bir yaklaşım mı yoksa geleneksel bir anlayış mı?. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 38 (2): 187-195, 2005.

Greeno, J. G., Collins, A. M. ve Resnick, L. B., Cognition and learning. *Handbook of educational psychology*, 77: 15-46, 1996.

Griffin, P., McGaw, B. ve Care, E., The Changing Role of Education and Schools. In P. Griffin, B. McGaw, and E. Care (Eds.), *Assessment and Teaching of 21st Century Skills*. 1-16. Dordrecht, Germany: Springer Science+Business Media B.V., 2012.

Grimes, P. W. ve Willey, T. E., The effectiveness of microcomputer simulations in the principles of economics course. *Computers and Education*, 14 (1): 81–86, 1990.

Gutherie, J. T., Wigfield, A. ve VonSecker, C., Effects of integrated instruction on motivation and strategy use in reading. *Journal of Educational Psychology*, 92 (2): 331–341, 2000.

Heil, D. R., Pearson, G. ve Burger, S. E., Understanding Integrated STEM Education: Report on a National Study. Paper presented at 2013 ASEE Annual Conference & Exposition, Atlanta, Georgia, 2013.

Hacieminoğlu, E., Elementary school students' attitude toward science and related variables. *International Journal of Environmental and Science Education*, 11 (2): 35–52, 2016.

Hacıömeroğlu, G., Examining elementary pre-service teachers' science, technology, engineering, and mathematics (STEM) teaching intention. *International Online Journal of Educational Sciences*, 10 (10): 1-11, 2017.

Hacıömeroğlu, G. ve Bulut, A. S., Entegre FETEMM Öğretimi Yönelim Ölçeği Türkçe Formunun Geçerlik ve Güvenirlilik Çalışması/ Integrative STEM Teaching Intention Questionnaire: A Validity and Reliability Study of The Turkish Form. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 12 (3): 654-669, 2016.

Hebebcı, M. T. ve Usta, E., Üniversite Öğrencilerinin FeTeMM Farkındalık Durumlarının İncelenmesi. III. Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Sempozyumu, Afyon, 2017.

Henning, P. H., Everyday cognition and situated learning. In D. H. Jonassen (Ed.), *Handbook of research on educational communications and technology*, 2nd ed. 143–168. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum, 2004.

Hickey, D. T. ve Zuiker, S. J., A new perspective for evaluating innovative science programs. *Science Education*, 87: 539–563, 2003.

Hofstein, A. ve Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundation for the 21st century. *Science Education*, 88 (1): 28–54, 2004.

Hofstein, A. ve Mamlok-Naaman, R., The laboratory in science education: The state of the art. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 8 (2): 105–108, 2007.

Holdren, J. P., Lander, E. S. ve Varmus, H., Prepare and inspire: K-12 education in science, technology, engineering, and math (STEM) for America's future. Executive Report). Washington, DC: President's Council of Advisors on Science and Technology, 2010.

- Hurley, M. M., Reviewing integrated science and mathematics: The search for evidence and definitions from new perspectives. *School science and mathematics*, 101 (5): 259-268, 2001.
- Hutton, D. G. ve Baumeister, R. F., Self-awareness and attitude change: seeing oneself on the central route to persuasion. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 18: 68–75, 1992.
- Isaacs, A., Wagreich, P. ve Gartzman, M., The quest for integration: School mathematics and science. *American Journal of Education*, 106 (1): 179-206, 1997.
- Johnson, R. B. ve Onwuegbuzie, A. J., "Mixed methods research: A research paradigm whose time has come". *Educational Researcher*, 33 (7): 14-26, 2004.
- Jorgenson, O., Cleveland, J. V. ve Vanosdall, J., *Doing good science in middle school: A practical guide to inquiry-based instruction*. Virginia: NSTA Press, 2004.
- Kanlı, U. ve Temiz, B. K., The sufficiency of the numerical questions in the OSS examination in the year 2003 on the measurement of the students' scientific process skills. *Eğitim ve Bilim*, 31 (140): 62-67, 2006.
- Katehi, L., Pearson, G. ve Feder, M. (Eds.), *National Academy of Engineering and National Research Council Engineering in K-12 education*. Washington, DC: National Academies Press, 2009.
- Kızılay, E., Fen bilgisi öğretmen adaylarının FeTeMM alanları ve eğitimi hakkındaki görüşleri. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 47: 403-417, 2016.
- King, K. ve Wiseman, D., 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, 2001.

- Klahr, D. ve Nigam, M., The equivalence of learning paths in early science instruction: effects of direct instruction and discovery learning. *Psychological Science*, 15: 661-667, 2004.
- Knezek, G., Christensen, R., Tyler- Wood, T. ve Periathiruvadi, S., Impact of environmental power monitoring activities on middle school student perceptions of STEM. *Science Education International*, 24 (1): 98- 123, 2013.
- Kuh, G., Kinzie, J., Buckley, J., Bridges, B. ve Kayek, J., Piecing together the student success puzzle: Research, propositions, and recommendations. Washington, D.C.: Association for the Study of Higher Education, 2007.
- Kuh, G., Kinzie, J., Schuh, J. ve Witt, E., Student success in college: Creating conditions that matter. Washington, D.C.: Association for the Study of Higher Education, 2005.
- Kurnaz, M. A. ve Yiğit, N., Fizik tutum ölçeği: Geliştirilmesi, geçerliliği ve güvenilirliği, Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED), 4 (1): 29-49, 2010.
- Kyza, E. A., Constantinou, C. P., ve Spanoudis, G., Sixth graders' co-construction of explanations of a disturbance in an ecosystem: Exploring relationships between grouping, reflective scaffolding, and evidence-based explanations. *International Journal of Science Education*, 33 (18): 2489–2525, 2011.
- Leech, N. L. ve Onwuegbuzie, A. J., "A typology of mixed methods research designs". *Qual Quant*. 43: 265–275, 2009.
- Lewis, E. L., Stern, J. L. ve Linn, M. C., The effect of computer simulations on introductory thermodynamics understanding. *Educational Technology*, 33: 45–58, 1993.

- Lin, K. Y. ve Williams, P. J., Taiwanese Preservice Teachers' Science, Technology, Engineering, and Mathematics Teaching Intention. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14 (6): 1021-1036, 2015.
- Lin, X. ve Lehman, J. D., Supporting learning of variable control in a computer-based biology environment: Effects of prompting college students to reflect on their own thinking. *Journal of Research in Science Teaching*, 36 (7): 837–858, 1999.
- Lind, K., Science process skills: Preparing for the future. Monroe 2-Orleans Board of Cooperative Education Services, 1998.
- Linn, M. C., Davis, E. A. ve Bell, P., Inquiry and technology. In M. C. Linn, E. A. Davis, and P. Bell (Eds.), *Internet environments for science education*. 3–28. Mahwah, NJ: Erlbaum, 2004.
- Lim, B. R., Challenges and issues in designing inquiry on the Web. *British Journal of Educational Technology*, 35 (5): 627-643, 2004.
- Lotter, C., Harwood, W. S. ve Bonner, J. J., The influence of core teaching conceptions on teachers' use of inquiry teaching practices. *J. Res. Sci. Teach*, 44 (9): 1318-1347, 2007.
- Loucks-Horsley, S., Love, N., Stiles, K. E., Mundry, S. ve Hewson. PW., *Designing professional development for teachers of science and mathematics*. Corwin Press, 2, 2003.
- Marulcu, İ. ve Sungur, K., Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Mühendis ve Mühendislik Algılarının ve Yöntem Olarak Mühendislik-Dizayna Bakış Açılarının İncelenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 12 (1): 13-23, 2012.

Marshall, J.C., Horton, R., Igo. B. L. ve Switzer DM., K-12 science and mathematics teachers' beliefs about and use of inquiry in the classroom. *Int. J. Sci. Math. Educ.* 7 (3): 575-596, 2009.

Massialas, B. G., Sprague, N. F. ve Hurst, J. B., *Social issues through inquiry: coping in an age of crises.* Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1975.

Mayer, R. E., Should there be a three-strikes rule against pure discovery learning? *American Psychologist*, 59 (1): 14-19, 2004.

Metin, M., *Kuramdan uygulamaya eğitimde bilimsel araştırma yöntemleri.* Pegem Akademi, Ankara, 2014.

Metin, M., *Kuramdan uygulamaya eğitimde bilimsel araştırma yöntemleri.* Pegem Akademi, Ankara, 2016.

Michaels, S., Shouse, A. W. ve Schweingruber, H. A., *Ready, set science! Putting research to work in K-8 science classrooms.* Washington, DC: The National Academies Press, 2008.

MEB (Milli Eğitim Bakanlığı)., *İlköğretim 1-5. Sınıf Programları Tanıtım El Kitabı*, Milli Eğitim Bakanlığı, TTKB, Ankara: Devlet Kitapları Müdürlüğü Basımevi, 2005.

MEB (Milli Eğitim Bakanlığı)., *MEB 2010-2014 Stratejik Planı.* Ankara, Millî Eğitim Bakanlığı Strateji Geliştirme Başkanlığı, 2009.

MEB (Milli Eğitim Bakanlığı)., *MEB 21. Yüzyıl Öğrenci Profili.* Millî Eğitim Bakanlığı Eğitimi Araştırma ve Geliştirme Dairesi Başkanlığı (EARGED), Ankara, 2011.

MEB (Milli Eğitim Bakanlığı), İlköğretim kurumları (ilkokullar ve ortaokullar) fen bilimleri dersi öğretim programı (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar). MEB Yayınları, Ankara, 2013.

Milli Eğitim Bakanlığı., FeTeMM eğitim raporu. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü (YEĞİTEK), 2016.

MEB., Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar). T.C. Millî Eğitim Bakanlığı, Ankara, 2017.

Miles, M. B. ve Huberman, A.M., Qualitative data analysis: An expanded sourcebook. (2nd Edition). California: SAGE Publications, 1994.

Morgil, İ. Güngör, S. ve Seçken, N., Proje destekli kimya laboratuvarı uygulamalarının bazı bilişsel ve duyuşsal alan bileşenlerine etkisi. Türk Fen Eğitimi Dergisi, 6 (1): 89- 107, 2009.

Moore, T. J., Guzey, S. S. ve Brown, A., Greenhouse design to increase habitable land: An engineering unit. Science Scope, 37 (7): 51-57, 2014.

Morrison, J., TIES STEM education monograph series, Attributes of STEM education. Baltimore, MD: TIES, 2006.

Nadelson, L. D., Seifert A., Moll, A. J. ve Coat, B., I-STEM Summer Institute: An integrated approach to teacher professional development in STEM. Journal of STEM Education, 13 (2): 69-83, 2012.

Nalçacı, İ.Ö., Akarsu, B. ve Kariper, İ.A., Orta öğretim öğrencileri için fizik tutum ölçeği derlenmesi ve öğrenci tutumlarının değerlendirilmesi, Journal of European Education, 1 (1): 1-6, 2011.

NRC (National Research Council)., National science education standards: Observe, interact, change, learn. Washington, DC: National Academy Press, 1996a.

NRC (National Research Council)., National science education standards. Washington, DC: National Academy Press, 1996b.

NRC (National Research Council)., How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School: Expanded Edition. Washington, D. C.: National Academies Press, 2000.

National Research Council [NRC]., A Framework for k-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas. Washington DC: The National Academic Press, 2012.

National Research Council [NRC]., STEM learning is everywhere: summary of a convocation on building learning systems. Washington, DC: The National Academies Press, 2014.

National Science Board., Approved minutes open session 396th meeting national science board (Meeting minutes), 2007. <https://www.nsf.gov/nsb/meetings/2007/0208/minutes.pdf> (Erişim tarihi: 11.08.2017)

Newell, A., Reasoning, problem solving and decision processes: The problem space as a fundamental category. In N. Nickerson (Ed.), Attention and Performance VIII. 693-718. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1980.

Njoo, M. ve de Jong, T., Exploratory learning with a computer simulation for control theory: Learning processes and instructional support. Journal of Research in Science Teaching, 30 (8): 821–844, 1993.

Oh, P. S. ve Yager, R. E., Development of Constructivist Science Classrooms and Changes in Student Attitudes toward Science Learning. Science Education International, 15 (2): 105-113, 2004.

Organisation for Economic Co-operation and Development., Creating effective teaching and learning environments: First results from TALIS. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development. 2009. <http://www.oecd.org/education/school/43023606.pdf> (Erişim tarihi: 22.09.2017)

Osborne, J. F., Simon, S. ve Collins, S., Attitudes towards Science: a review of the literature and its implications. International Journal of Science Education, 25 (9): 1049-1079, 2003.

Ostlund, K.L., Science process skills: assessing hands-on student performance. New York: Addison-Wesley, 1992.

Otrar, M., Bağımlı [İlişkili] Gruplar t Testi. Marmara Üniversitesi. <http://mustafaotrar.net/istatistik/bagimli-iliskili-gruplar-t-testi/> (Erişim tarihi: 19.04.2018)

Özçakır-Sümen, Ö. ve Çalışıcı, H. Pre-service teachers' mind maps and opinions on STEM education implemented in an environmental literacy course. Educational Sciences: Theory & Practice, 16 (2): 459-476, 2016.

Özkan, M. ve Azar, A., Örnek olaya dayalı öğretim yönteminin dokuzuncu sınıf öğrencilerinin ders başarısı ve derse karşı tutumlarına olan etkisinin incelenmesi, Milli Eğitim Dergisi, 168, 2005.

Partnership for 21st Century Skills (P21)., P21 framework definitions.A Framework for 21st Century Learning, 2009. http://www.p21.org/storage/documents/P21_Framework_Definitions.pdf (Erişim tarihi: 27.05.2016)

Pascarella, E. T. ve Terenzini, P. T., How College Affects Students: Finding and Insights from Twenty Years of Research. San Francisco: Jossey-Bass, 1991.

Pascarella, E. ve Terenzini, P., How college affects students: A third decade of research. San Francisco: Jossey-Bass, 2005.

Pekbay, C., Fen teknoloji mühendislik ve matematik etkinliklerinin ortaokul öğrencileri üzerindeki etkileri. Doktora Tezi. Hacettepe Üniversitesi, Ankara, 2017.

Perry, V. R. ve C. P. Richardson., The New Mexico Tech Master of Science Teaching Program: An Exemplary Model of Inquiry-Based Learning. 31 st ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference. Reno, 2001.

Pinnell, M., Rowley, J., Preiss, S., Franco, S., Blust, R. ve Beach, R., Bridging the gap between engineering design and PK-12 curriculum development through the use of the STEM education quality framework. Journal of STEM Education, 14 (4): 28-35, 2013.

Pitt, J., Blurring the Boundaries - STEM Education and Education for Sustainable Development. Design and Technology Education: an International Journal, 14 (1): 37-47, 2009.

Puacharearn, P. ve Fisher, D., The effectiveness of cooperative learning integrated with constructivist teaching on improving learning environments in Thai secondary school science classrooms. Australia: Curtin University of Technology, 2004.

PwcTürkiye ve TÜSİAD., 2023'e Doğru Türkiye'de STEM Gereksinimi, 2017.
<https://www.pwc.com.tr/tr/gundem/dijital/2023e-dogru-turkiyede-stemgereksinimi.html> (Erişim tarihi: 20.08.2017)

Quintana, C., Reiser, B. J., Davis, E. A., Krajcik, J., Fretz, E., Duncan, R. G., ... ve Soloway, E., A scaffolding design framework for software to support science inquiry. The journal of the learning sciences, 13 (3): 337-386, 2004.

- Raj, R. G. ve Devi, S. N., Science process skills and achievement in science among high school students. *Scholarly Research Journal for Interdisciplinary Studies*, 2 (15): 2435-2443, 2014.
- Renkl, A., Mandl, H. ve Gruber, H., Inert knowledge: Analyses and remedies. *Educational Psychologist*, 31 (2): 115–121, 1996.
- Reiser, B. J., Tabak, I., Sandoval, W. A., Smith, B., Steinmuller, F. ve Leone, T. J., Bguile: Strategic and conceptual scaffolds for scientific inquiry in biology classrooms. 263–276. Ed: by S. M. Carver and D. Klahr. *Cognition and instruction: Twenty years of progress*. Mahwah, NJ: Erlbaum, 2001.
- Rieber, L.P., Using computer animated graphics in science instruction with children. *Journal of Educational Psychology*, 82 (1): 135–140, 1990.
- Rieber, L.P., Boyce, M. ve Assad, C., The effects of computer animation on adult learning and retrieval tasks. *Journal of Computer-Based Instruction*, 17 (2): 46–52, 1990.
- Rieber, L.P. ve Parmley, M.W., To teach or not to teach? Comparing the use of computer- based simulations in deductive versus inductive approaches to learning with adults in science. *Journal of Educational Computing Research*, 13 (4): 359–374, 1995.
- Rivers, R.H. ve Vockell, E., Computer simulations to stimulate scientific problem solving. *Journal of Research in Science Teaching*, 24 (5): 403–415, 1987.
- Roehrig, G. H., Moore, T. J., Wang, H. H. ve Park, M. S., 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, 2012.

Rutten, N., van Joolingen, W. R. ve van der Veen, J. T., The learning effects of computer simulations in science education. *Computers and Education*, 58 (1): 136–153, 2012.

Sanders, M., STEM, STEM education, STEM mania. *Technology Teacher*, 68 (4): 20-26, 2009.

Sarı, M., İlköğretim Fen ve Teknoloji Derslerinin Öğretiminde Laboratuvarın Yeri ve Basit Araç Gereçlerle Yapılan Fen Deneyleeri Konusunda Öğretmen Adaylarının Görüşlerinin Değerlendirilmesi. 2nd International Conference on New Trends in Education and Their Implications (www.iconte.org), Nisan 2011, Antalya, s. 27-29, 2011.

Serbest, A. H., Vizyon 2023 teknoloji öngörü projesi: Eğitim ve insan kaynakları sonuç raporu ve strateji belgesi [Vision 2023 technology foresight project: Education and human resources final report and strategy document]. Ankara, Turkey: Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu, 2005.

Serway, A.R., *Physics For Scientists and Engineers*. Third Edition. Çeviri Editörü: Çolakoğlu, K., Palme Yayıncılık, 1995.

Shulman, L. S., Signature pedagogies in the professions. *Daedalus*, 134 (3): 52–59, 2005.

Shute, V.J. ve Glaser, R., A large-scale evaluation of an intelligent discovery world: Smithtown. *Interactive Learning Environments*, 1 (1): 51–77, 1990.

Singer, J., Marx, R. W., Krajcik, J. S. ve Chambers, J. C. Constructing extended inquiry projects: Curriculum materials for science education reform. *Educational Psychologist*, 35 (3): 165–178. 2000.

Strong, M. G., Developing elementary mathand science processs kill sthrough engineering design instruction. Hofstra University, 2013.

Sungur Gül, K. ve Marulcu, İ., Yöntem Olarak Mühendislik-Dizayna ve Ders Materyali Olarak Legolara Öğretmen İle Öğretmen Adaylarının Bakış Açılarının İncelenmesi. *Electronic Turkish Studies*, 9 (2): 2014.

Suthers, D. D., Weiner, A., Connely, J. ve Paolucci, M., Belvedere: Engaging students in critical discussion of science and public policy issues. Paper presented at AIandEd 95, the 7th World Conference on Artificial Intelligence in Education, August 1995, Washington, DC, 1995.

Srisawasdi, N., Kerdcharoen, T. ve Suits, J. P., Turning scientific laboratory research into innovative instructional material for science education: Case studies from practical experience. *The International Journal of Learning*, 15 (5): 201-210, 2008.

Srisawasdi, N. ve Kroothkeaw, S., Supporting students' conceptual learning and retention of light refraction concepts by simulation-based inquiry with dual-situated learning model. *Journal of Computers in Education*, 1 (1): 49-79, 2014.

Smith, J. ve Karr-Kidwell, P., The interdisciplinary curriculum: a literary review and a manual for administrators and teachers. Retrieved from ERIC database. (ED443172), 2000.

Şahin, A., Ayar, M. C. ve Adıguzel, T., Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik içerikli okul sonrası etkinlikler ve öğrenciler üzerindeki etkileri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14 (1): 297-322, 2014.

Tarkın-Çelikkıran, A. ve Aydın-Günbatır, S., Kimya Öğretmen Adaylarının FeTeMM Uygulamaları Hakkındaki Görüşlerinin İncelenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14 (1): 1624-1656, 2017.

- Tashakkori, A. ve Teddlie, C., Mixed methodology: Combining qualitative and quantitative approaches. Applied Social Research Methods Series (Vol.46). Thousand Oaks, CA: Sage, 1998.
- Thomas, R. ve Hooper, E., Simulations: An opportunity we are missing. [Electronic version]. Journal of Research on Computing in Education, 23 (4): 497-513, 1991.
- Thomas, T. A., Elementary teachers' receptivity to integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education in the elementary grades. Doctoral dissertation, 2014. Proquest veritabanından erişilmiştir. (3625770)
- Thomasian, J., Building a science, technology, engineering and math education agenda. National Governors Association, US, 2011.
- Toma, R. B. ve Greca, I. M., The Effect of Integrative STEM Instruction on Elementary Students' Attitudes toward Science. Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 14 (4): 1383-1395, 2018. <https://doi.org/10.29333/ejmste/83676> (ErişimTarihi: 10.04.2018)
- Tuovinen, J. E. ve Sweller, J., A comparison of cognitive load associated with discovery learning and worked examples. Journal of Educational Psychology, 91 (2): 334-341, 1999.
- Türkiye Bilimler Akademisi., Bilim raporu 2009 [Science report 2009]. Ankara, Türkiye, 2010.
- Ulukök, Ş, Çelik, H. ve Sarı, U., Basit elektrik devreleriyle ilgili bilgisayar destekli uygulamaların deneysel süreç becerilerinin gelişimine etkisi. Kuramsal Eğitimbilim Dergisi, 6 (1): 77-101, 2013.

UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization),
Education for all 2000-2015, 2015. Achievements and challenges, France.
<https://doi.org/10.1126/science.1128690> (Erişim Tarihi: 25.08.2017)

Ünal, S., Lise 1 ve 3 Öğrencilerinin Kimyasal Bağlar Konusundaki Kavramları
Anlama Seviyelerinin Karşılaştırılması. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi,
Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, 2003.

van Joolingen, W. R. ve de Jong, T., Supporting hypothesis generation by learners
exploring an interactive computer simulation. *Instructional Science*, 20 (5-6):
389–404, 1991. doi:10.1007/BF00116355

van Joolingen, W. R., de Jong, T., Lazonder, A.W., Savelsbergh, E. R. ve Manlove,
S., Co-Lab: research and development of an online learning environment for
collaborative scientific discovery learning. *Computers in Human Behavior*, 21
(4): 671–688, 2005. doi:10.1016/j.chb.2004.10.039

Veemans, K., van Joolingen, W. ve de Jong, T., Use of heuristics to facilitate
scientific discovery learning in a simulation learning environment in a physics
domain. *International Journal of Science Education*, 28 (4): 341–361, 2006.

Wang, H. H., Moore, T. J., Roehrig, G. H. ve Park, M. S., STEM integration:
Teacher perceptions and practice. *Journal of Pre-Collage Engineering
Education Research*, 1 (2): 1-13, 2011.

Washer, P., Revisiting key skills: A practical framework for higher education.
Quality in Higher Education, 13 (1): 57-67, 2007.

Wheeler, L., Whitworth, B. ve Gonczi, A., Engineering design challenge. *The
Science Teacher*, 81 (9): 30-36, 2014.

White, B., Frederiksen, J., Frederiksen, T., Eslinger, E., Loper, S. ve Collins, A.,
Inquiry island: Affordances of a multi-agent environment for scientific inquiry

and reflective learning. 1-12. Ed: by P. Bell, R. Stevens, and T. Satwicz. Proceedings of the Fifth International Conference of the Learning Sciences. Mahwah, NJ: Erlbaum, 2002.

White, B.Y., ThinkerTools: Causal models, conceptual change, and science education. *Cognition and Instruction*, 10 (1), 1–100, 1993.

White, B. Y. ve Frederiksen, J. R., Inquiry, modeling, and metacognition: Making science accessible to all students. *Cognition and Instruction*, 16 (1): 3–118, 1998.

Whitehead, A. N., The function of reason. 12. Princeton: Princeton University Press, 1929.

Wilkerson, L. ve Maxwell, J. A., A Qualitative study of initial faculty tutors in a problem-based curriculum. *Journal of Medical Education*, 63 (12): 892-99, 1988.

Wu, Y. T. ve Anderson, O., Technology-enhanced stem (science, technology, engineering, and mathematics) education. *J. Comput. Educ.* 2 (3): 245-249, 2015.

Yamak, H., Bulut, N. ve Dündar, S., 5. Sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ile fene karşı tutumlarına FeTeMM etkinliklerinin etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34 (2): 249-265, 2014.

Yaşın, C., Siyasal Araştırmalarda Örneklem Sorunu. *İletişim Dergisi*, 18 (yaz-kış): 147-172, 2003.

Yıldırım, A. ve Şimşek, H., Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri, Ankara: Seçkin Yayınevi, 1999.

Yıldırım, A. ve Şimşek, H., Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri, Ankara: Seçkin Yayıncılık, 2011.

Yıldırım, B. ve Altun, Y., STEM eğitim ve mühendislik uygulamalarının fen bilgisi laboratuvar dersindeki etkilerinin incelenmesi. El-Cezeri Journal of Science and Engineering, 2 (2): 2015.

YÖK, Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi Öğretmen Eğitimi Dizisi. Fizik öğretimi. Ankara, 1997.

Zhao, Y., Creating The Entrepreneurial Mindset In 21st Century Schools, 1 (9): 2014.



EKLER

EK 1

FeTeMM Eğitimi Uygulama Kılavuzu Örneği

Senaryo



Her biriniz birer öğretmen adayısınız. Lisans eğitiminden sonra öğretmenlik mesleğini icra etmek için bir kurumda çalışmaya başlayacaksınız.

Diyelim ki; çalışacağınız ilk kurum, bir köy okulu olsun. Biliyoruz ki köy okullarının sahip oldukları olanaklar çokta iyi değildir. Ancak sizler, öğrencileriniz için her sorunun üstesinden gelebilecek becerilere sahipsiniz.

Bir gün öğrencilerinizden biri, elinde bir analog fotoğraf makinesi ile birlikte yanınıza gelerek;

"Öğretmenim, geçen hafta 23 Nisan programında oynadığımız gösterileri ağabeyim bu fotoğraf makinesi ile çekmişti. Ben de bugün arkadaşlarıma çekilen fotoğrafları göstereceğime söz vermiştim ama ağabeyim filmi banyo yaptırdığını ancak fotoğrafları bastıramadığını söyledi. Bu gün bu makinenin içindeki fotoğrafları bütün sınıfla birlikte film seyrederek gibi izlemek istiyorum. Bunu gerçekleştirebilir misiniz?" diye sorar ve elindeki makineyi size doğru uzatır. Hem öğrencinizi hem de bütün sınıfı mutlu etmeyi sağlayacak bu fırsatı geri çevirmeyi düşünemezsiniz. Peki, o zaman optik mühendisi arkadaşınızdan da yardım alarak nasıl bir tasarım yapacaksınız?

Evet, arkadaşlar, bu etkinlikte grup üyeleriniz ile birlikte, öğrencinin isteğine çözüm olacak bir tasarım gerçekleştirerek, tasarladığınız aleti yapacaksınız.

Hepinize kolay gelsin. İyi eğlenceler.. :)

Senaryo ile ilgili soruları yanıtlayınız?

1. Senaryoda geçen optik mühendisliği mesleği günlük hayatımızı kolaylaştıran hangi ürünleri tasarlıyor olabilir?
2. Senaryoda geçen " Bu gün bu makinenin içindeki fotoğrafları bütün sınıfla birlikte film seyrederek gibi izlemek istiyorum." cümlesi size nasıl bir tasarımı çağırıyor olabilir?

EK 1 (Devam)

FeTeMM Eğitimi Uygulama Kılavuzu Örneği

Senaryoda geçen Problem ve Alt Problem durumlarını belirleyiniz:

Alt Problem Durumu 1:	
Alt Problem Durumu 2:	
Alt Problem Durumu 3:	

Grupla birlikte beyin fırtınası yaparak mühendislik problem durumunu belirleyiniz.

→ **Mühendislik Problem Cümlesi:**

.....

2. Aşama : Plan

Beyin fırtınası yaparak mühendislik problem durumu ile ilgili bilinenler ve bilinmeye (bilinmesi gerekenler) çalışılan listesini çıkarınız.

Bilinenler	Bilinmesi Gerekenler

Mühendislik problemin çözümüne ulaşmak için bilinmeye çalışılanlarla ilgili olarak araştırma yaparak, bilgi ve kaynaklar toplayınız.

--

EK 1(Devam)

FeTeMM Eğitimi Uygulama Kılavuzu Örneği

3.Aşama: Araştır

Belirlenen mühendislik probleminin çözümüne yönelik hipotezlerinizi oluşturunuz.

Hipotez 1:

Hipotez 2:

Hipotez 3:

Hipotezlerinizin doğruluğunu kanıtlamak için simülasyon ortamında deneyler tasarlayınız.

Her bir hipoteziniz için değişkenleri belirleyiniz, deneylerde kullanılacak malzemeleri ve deneyleri nasıl yapılacağını ve sonuçları açıklayınız.

Hipotez 1 :

Bağımsız Değişken:

Bağımlı Değişken:

Kontrol Değişkeni:

Hipotez 2 :

Bağımsız Değişken:

Bağımlı Değişken:

Kontrol Değişkeni:

Hipotez 3 :

Bağımsız Değişken:

Bağımlı Değişken:

Kontrol Değişkeni:

Deneylerde kullanılacak malzemeler:

--


EK 1 (Devam)

FeTeMM Eğitimi Uygulama Kılavuzu Örneği

Problemin çözümlü için tasarladığınız deneylerin yapılışını ve sonuçlarını yazınız:



Yaptığınız deneyler sonrası elde ettiğiniz sonuçlar hipotezlerinizi destekledi mi? Grup arkadaşlarınızla birlikte tartışınız ve aşağıya yazınız.



EK 1 (Devam)

FeTeMM Eğitimi Uygulama Kılavuzu Örneği

Problemin çözümlü için tasarladığınız deneylerin yapılışını ve sonuçlarını yazınız:

Yaptığınız deneyler sonrası elde ettiğiniz sonuçlar hipotezlerinizi destekledi mi? Grup arkadaşlarınızla birlikte tartışınız ve aşağıya yazınız.


4. Aşama: Oluştur

Elde ettiğiniz veri ve sonuçlara göre senaryodaki mühendislik problemin çözümlü için nasıl bir mühendislik tasarımı önerirsiniz? Grup üyelerinizle birlikte beyin fırtınası yaparak tasarım için fikirler üretiniz. Üretilen çözümleri aşağıya yazınız.

EK 1 (Devam)

FeTeMM Eğitimi Uygulama Kılavuzu Örneği

Üretilen fikirlere dayalı olarak tasarımlarınızın modellerini çiziniz.

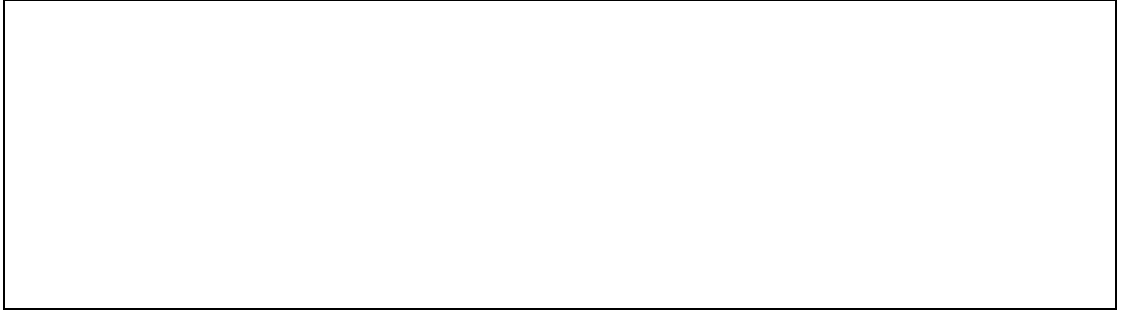


Yukarıda belirlediğiniz modellerden en uygun olanı seçiniz ve çizerek şema haline getiriniz.


Seçilen tasarım modeli:



Neden böyle bir tasarım modeli seçtiniz? Bunun işe yarayacağını düşünüyor musunuz? Açıklayınız.



Tasarım için gerekli malzemeleri ve şartları belirleyiniz. (Malzemeleri ekonomik olma özelliğine dikkat ederek seçiniz.)



EK 1 (Devam)

FeTeMM Eğitimi Uygulama Kılavuzu Örneği

Bu sonuca nasıl ulaştınız? Açıklayınız.

→ **Tasarıyı oluşturunuz.**

○ Tasarımınızın oluşturma aşamasında hangi noktalara dikkat ettiniz? Açıklayınız.

Senaryoda belirlediğiniz mühendislik problem cümlesini düşünerek;

→ Oluşturduğunuz tasarım, probleme çözüm oldu mu? Test ederek, açıklayınız.

5. Aşama: Yansıt

Bu bölüme gelene kadar hangi aşamalardan geçtiğinizi kısaca ifade ediniz.

EK 1 (Devam)

FeTeMM Eğitimi Uygulama Kılavuzu Örneği

Daha önce belirlediğiniz bilinen ve bilinmesi gereken listenize öğrendiklerinizi de ekleyerek aşağıdaki tabloyu tamamlayınız.

Bilinenler	Bilinmesi Gerekenler	Neler Öğrenildi

Oluşturduğunuz tasarınızı düşünerek aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

1. Sizce en ideal tasarıma ulaştınız mı? Değiştirmeyi düşünüyor musunuz? Nedeniyle birlikte açıklayınız.
2. Zamanınız olsaydı tasarınızı geliştirmek için daha neler yapardınız? Nedenleri ile birlikte açıklayınız.

→ Elde ettiğiniz sonuçları ve tasarınızı tartışma ortamında değerlendirmek üzere grup sözcüleri tarafından sınıfınıza sunabilirsiniz.

EK 2

Mühendislik Probleminin Sunulmasında Kullanılan Senaryolar

Işığın Yayılması



Melek'in Köy Macerası

Ortaokul öğrencisi olan Melek, yaz tatilinin başlamasıyla birlikte köye, anneannesinin yanına gitmiştir. İlk kez köye gelen Melek, günü yeni tanıştığı arkadaşlarıyla geçirmiş, oyunlar oynayıp günün tadını çıkarmıştır. Havanın kararmasıyla birlikte arkadaşlarıyla ertesi gün için sözleşip evin yolunu tutmuştur. Tam o sırada tesadüfen kafasını kaldırıp gökyüzüne bakan Melek, yıldızların ne kadar fazla ve parlak olduklarını fark etmiştir. Oysa ki geldiği şehirde hiç bu kadar yıldızı bir arada görmediğine adı kadar emindi.

Karşılaştığı bu durumu babasına anlatan Melek, babasından aslında kendi şehirlerinde de yıldız sayısının fazla olduğunu fakat sokak aydınlatma sistemlerinin neden olduğu ışık kirliliğinden dolayı yıldızları göremediklerini öğrenmiştir. Yıldızların şehirde neden az görüldüğünün nedenini öğrenen Melek, bu duruma çözüm olacak bir tasarım yapmaya karar vermiştir.

Peki sizler Melek'in yerinde olsaydınız nasıl bir tasarım yapardınız?

Evet arkadaşlar, görevinizi duydunuz. Bu konunun sonunda belirlenen grup arkadaşlarınız ile birlikte, bir tasarım aleti yapacaksınız.

Hepinize şimdiden kolay gelsin, iyi eğlenceler... :)

EK 2 (Devam)

Mühendislik Probleminin Sunulmasında Kullanılan Senaryolar

Aynalarda Yansıma

Savaşlarda Teknoloji

Şanlı tarihimiz, 18 Mart Çanakkale Zaferi gibi zaferle sonuçlanan birçok savaş sahnelerine şahitlik etmiştir. Bu savaşlarda düşmanın sahip olduğu teknolojik aletler, tabi ki bizlerde yoktur. Ancak kullandığımız teknolojik aletlerini, kazanılan zaferlerde büyük bir payı olmuştur.

Şimdi diyorum ki hep beraber bir hayal kuralım: zamanda yolculuk yaptınız ve kendinizi Çanakkale Savaşı'nın gerçekleştiği alanda buldunuz.

Komutanınızın size verdiği görev ise; *bulduğunuz siperden, uzak mesafelerdeki düşmanların hareketlerini, onlara görünmeden izleyebilmektir.* Peki bunu nasıl yapardınız?

Evet arkadaşlar görevinizi duyduunuz. Bu konunun sonunda belirlenen grup arkadaşlarımız ile birlikte, bir tasarım aleti yapacaksınız.

Hepinize şimdiden kolay gelsin, iyi eğlenceler... :)

EK 2 (Devam)

Mühendislik Probleminin Sunulmasında Kullanılan Senaryolar

Işığın Kırılması



İlzyonistlerin Sırrı

Hep beraber bir hayal kuralım: Lisans eğitiminiz bitmiş, fen bilgisi öğretmenliği görevini üstlendiğiniz bir okulda çalışmaya başlamışsınız.

Öğretim yılı içerisinde Kurban Bayramı'nın gelmesiyle birkaç günlük tatilden sonra ilk ders zili çalar ve dersiniz olduğu sınıfa girersiniz. Sınıfa, tatilde neler yaptıklarını sorarsınız. Anlatmak isteyen öğrencilerinize sırayla söz hakkı tanıyarak dinlemeye başladınız. Sıra, Berat adlı öğrencinize gelir ve anlatmaya başlar:

"Öğretmenim, bayram tatilinde mahallemize gösteri yapmak için gelen sirk grubunun gösterilerini izledim. Ekiplerindeki ünlü bir ilzyonist, gösteri anında kendini ikiye böldü! Çok şaşırdım! Gözlerimle görmesem hayatta inanmazdım, öğretmenim!" der. Fakat bütün sınıf Berat'ın anlattıkları karşısında donup kalmıştır.

Sizde bu durum karşısında hem öğrencilerinizi şaşkınlığını gidermek hem de bu olayın bir göz yanılması olduğunu açıklamak için bir tasarım aleti yapmaya karar verirsiniz. Peki bunu nasıl yapardınız?

Evet arkadaşlar görevinizi duydunuz. Bu konunun sonunda belirlenen grup arkadaşlarınız ile birlikte, bir tasarım aleti yapacaksınız.

Hepinize şimdiden kolay gelsin, iyi eğlenceler... :)

EK 2 (Devam)

Mühendislik Probleminin Sunulmasında Kullanılan Senaryolar

Mercekler



Film Gösterisi

Her biriniz birer öğretmen adayısınız. Lisans eğitiminden sonra öğretmenlik mesleğini icra etmek için bir kurumda çalışmaya başlayacaksınız.

Diyelim ki; çalışacağımız ilk kurum, bir köy okulu olsun. Biliyoruz ki köy okullarının sahip oldukları olanaklar çokta iyi değildir. Ancak sizler, öğrencileriniz için her sorunun üstesinden gelebilecek becerilere sahipsiniz.

Bir gün öğrencilerinizden biri, elinde bir analog fotoğraf makinesi ile birlikte yanınıza gelerek;

"Öğretmenim, geçen hafta 23 Nisan programında oynadığımız gösterileri ağabeyim bu fotoğraf makinesi ile çekmişti. Ben de bugün arkadaşlarıma çekilen fotoğrafları göstereceğime söz vermiştim ama ağabeyim filmi banyo yaptırdığını ancak fotoğrafları bastırmayı unuttuğunu söyledi. Bu gün bu makinenin içindeki fotoğrafları bütün sınıfla birlikte film seyreder gibi izlemek istiyorum. Bunu gerçekleştirebilir misiniz?" diye sorar ve elindeki makineyi size doğru uzatır. Hem öğrencinizi hem de bütün sınıfı mutlu etmeyi sağlayacak bu fırsatı geri çevirmeyi düşünemezsiniz. Peki, ama bunu nasıl yapacaksınız?

Evet arkadaşlar, bu etkinlikte grup üyeleriniz ile birlikte, öğrencinin isteğine çözüm olacak bir tasarım gerçekleştirerek, tasarladığınız aleti yapacaksınız.

Hepinize kolay gelsin. İyi eğlenceler.. :)

EK 2 (Devam)

Mühendislik Probleminin Sunulmasında Kullanılan Senaryolar

Aynalar ve Merceklerin Bir Arada Kullanımı

Karakalem Çalışması

İnsanlar boş vakitlerini değerlendirmek adına ahşap boyama, resim yapma gibi kurslara; yüzme, spor yapma merkezleri gibi çeşitli yerlere gitmekte.

Diyelim ki; sizde boş vakitlerinizi değerlendirmek için bir kursa yazılmayı düşünüyorsunuz. Eskiden resim yapmaktan hoşlandığınızı ancak ara verdiğiniz için artık eskisi kadar iyi olmadığını düşünüyorsunuz ve resim yapma kursuna yazılırsınız. Bir kaç dersten sonra öğretmenin sizlerden "kendinize bir obje bularak, karakalem çalışması yapmanızı" istemiştir. Ancak siz daha önceki resim yapma deneyiminden de bildiğiniz üzere karakalem çalışması yapmanın çok zahmetli olduğunu ve zaman aldığını biliyorsunuz. Hem öğretmenin verdiği görevi yapmak hem de resim yaparken kolaylık sağlaması için bir çözüm yolu düşünmeye başlıyorsunuz.

Aklınıza *karakalem çalışmasını yapmak istediğiniz objenin görüntüsünü, çalışmayı yapacağınız masaya uygun bir şekilde aktararak ayrıntılı bir çalışma oluşturma* fikri gelir. Peki bunu nasıl yapardınız?

Evet arkadaşlar görevinizi duyduunuz. Bu konunun sonunda belirlenen grup arkadaşlarınız ile birlikte, bir tasarım aleti yapacaksınız.

Hepinize şimdiden kolay gelsin, iyi eğlenceler... :)

EK 3

FeTeMM Farkındalık Ölçeği

FeTeMM FARKINDALIK ÖLÇEĞİ

Değerli Öğretmen Adayları,

Sunulan bu ölçek, FeTeMM eğitime yönelik farkındalığın ölçülmesi amacıyla hazırlanmıştır. Aşağıdaki 17 maddeyi dürüst ve samimi olarak, her bir ifadeyi dikkatlice okuduktan sonra verilen ifade ile ne kadar uzlaştığınızı veya ayrıldığınızı derecesini ifadenin karşısına (x) sembolü koyarak işaretleyiniz.

Samimiyetiniz için teşekkür ederim.

ADI-SOYADI:.....

1	2	3	4	5	
Kesinlikle katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum	
1. Fen, Teknoloji, Matematik ve Mühendislik eğitim yaklaşımı olan FeTeMM, dört temel disiplini içinde barındırır.	1	2	3	4	5
2. FeTeMM eğitimi öğrencileri öğrenmek için cesaretlendirir.	1	2	3	4	5
3. FeTeMM eğitimi öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirir.	1	2	3	4	5
4. FeTeMM bireylerin temel bilgi ve becerilerini kullanarak mühendislik alanında yaratıcılıklarını gelişmesine katkı sağlar.	1	2	3	4	5
5. FeTeMM eğitimi öğrencilerin eleştirel bakış açısı kazanmalarını destekler.	1	2	3	4	5
6. FeTeMM öğrencilere üst düzey düşünme becerisi kazandırır.	1	2	3	4	5
7. FeTeMM eğitiminin temelini çocukların erken yaşlarda bilimsel bilgiyle karşılaşmalarını sağlayıcı etkinlikler oluşturur.	1	2	3	4	5
8. FeTeMM eğitimi öğrencilerde işbirlikli çalışmayı geliştirir.	1	2	3	4	5
9. FeTeMM eğitimi öğrencilerin bir probleme yönelik birden fazla çözüm alternatifinin olduğunu keşfetmelerini sağlar.	1	2	3	4	5
10. FeTeMM eğitiminin amacı, disiplinler arasında ilişki kurarak öğrenmenin bütüncül bir yaklaşım ile gerçekleştirilmesidir.	1	2	3	4	5
11. FeTeMM eğitimi öğrencilerin kariyer bilincine bir katkısı olmaz.	1	2	3	4	5
12. Fendeki bazı konular doğrudan matematik bilgi ve becerisi ister.	1	2	3	4	5
13. Fen, matematik ve mühendisliğin buluşması fennin günlük hayattaki kullanım becerisini artırmaz.	1	2	3	4	5
14. FeTeMM uygulamaları öğrencilerin özgüvenini geliştirir.	1	2	3	4	5
15. FeTeMM uygulamaları öğrencilerin derse karşı ilgisini ve dikkatini dağıtır.	1	2	3	4	5
16. FeTeMM etkinliklerini uygulamak zaman kaybına yol açar.	1	2	3	4	5
17. Fen dersine mühendislik alanının entegrasyonu gereksizdir.	1	2	3	4	5

EK 4

Bilimsel Süreç Beceri Testi

AD-SOYAD:.....

BİLİMSEL SÜREÇ BECERİ TESTİ

Bu test, özellikle karşınıza çıkabilecek karmaşık gibi görünen problemleri analiz edebilme kabiliyetlerinizi ortaya çıkarabilmeniz açısından çok yararlıdır. Test içinde; problemdeki değişkenleri tanımlayabilme, hipotez kurma ve tanımlama, işlemsel açıklamalar getirebilme, problemin çözümü için gerekli incelemelerin tasarlanması, grafik çizme ve verileri yorumlayabilme yeteneklerini ölçebilen sorular bulunmaktadır. Her soruyu dikkatlice okuduktan sonra sizce en uygun seçeneği işaretleyiniz. Teşekkürler...

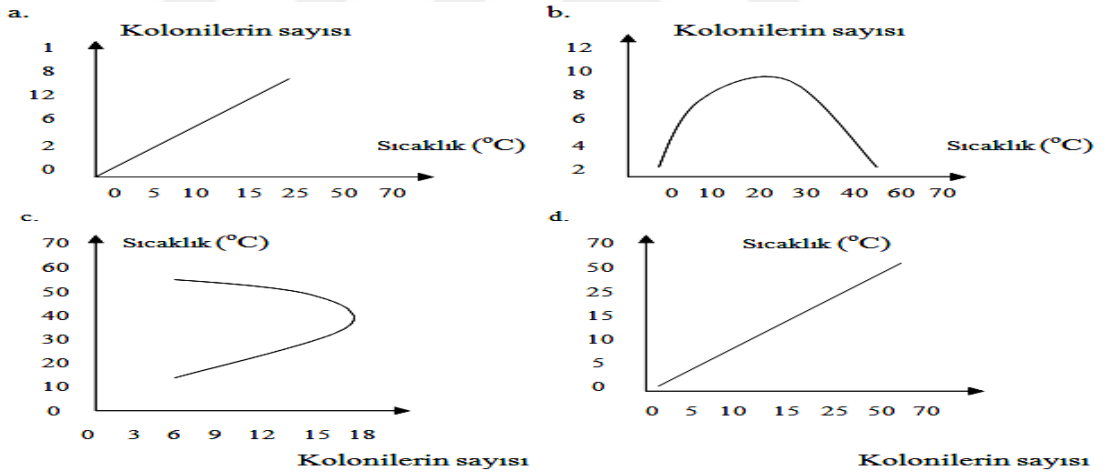
1. Bir basketbol antrenörü, oyuncularının güçsüz olmasından dolayı maçları kaybettiklerini düşünmektedir. Güçlerini etkileyen faktörleri araştırmaya karar verir. Antrenör, oyuncuların gücünü etkileyip etkilemediğini ölçmek için aşağıdaki değişkenlerden hangilerini incelemelidir?
 - a. Her oyuncunun almış olduğu günlük vitamin ihtiyacını
 - b. Günlük ağırlık kaldırma çalışmalarının miktarını
 - c. Günlük antrenman süresini
 - d. Yukarıdakilerin hepsini
2. Arabaların verimliliğini inceleyen bir araştırma yapılmaktadır. Sınanan hipotez, benzine katılan bir katkı maddesinin arabaların verimliliğini arttırdığı yolundadır. Aynı tip beş arabaya aynı miktarda benzin fakat farklı miktarlarda katkı maddesi konur. Arabalar benzinleri bitinceye kadar aynı yol üzerinde giderler. Daha sonra her arabanın aldığı mesafe kaydedilir. Bu çalışmada arabaların verimliliği nasıl ölçülür?
 - a. Arabaların benzinleri bitinceye kadar geçen süre ile
 - b. Her arabanın gittiği mesafe ile
 - c. Kullanılan benzin miktarı ile
 - d. Kullanılan katkı maddesi miktarı ile
3. Bir araba üreticisi daha ekonomik arabalar yapmak istemektedir. Araştırmacılar arabanın litre başına alabileceği mesafeyi etkileyebilecek değişkenleri araştırmaktadırlar. Aşağıdaki değişkenlerden hangisi arabanın litre başına alabileceği mesafeyi etkileyebilir?
 - a. Arabanın ağırlığı
 - b. Motorun hacmi
 - c. Arabanın rengi
 - d. a ve b

4. Ali Bey evini ısıtmak için komşularından daha çok para ödemesinin sebeplerini merak etmektedir. Isınma giderlerini etkileyen faktörleri araştırmak için bir hipotez kurar. Aşağıdakilerden hangisi bu araştırmada sınanmaya uygun bir hipotez değildir?
- Evin çevresindeki ağaç sayısı ne kadar az ise ısınma gideri o kadar fazladır
 - Evde ne kadar çok pencere ve kapı varsa ısınma gideri de o kadar fazla olur
 - Büyük evlerin ısınma giderleri fazladır
 - Isınma giderleri arttıkça ailenin daha ucuza ısınma yolları araması gerekmektedir

5. Fen sınıfından bir öğrenci sıcaklığın bakterilerin gelişimi üzerine etkilerini araştırmaktadır. Yaptığı deney sonucunda, öğrenci aşağıdaki verileri elde etmiştir:

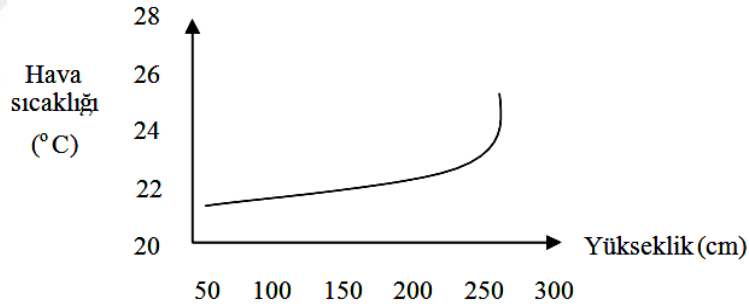
Deney odasının sıcaklığı (°C)	Bakteri kolonilerini sayısı
5	0
10	2
15	6
25	12
50	8
70	1

Aşağıdaki grafiklerden hangisi bu verileri doğru olarak göstermektedir?



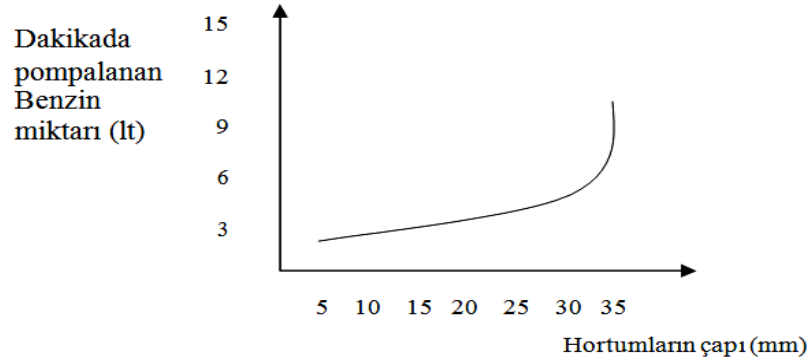
6. Bir polis şefi arabaların hızının azaltılması ile uğraşmaktadır. Arabaların hızını etkileyebilecek bazı faktörler olduğunu düşünmektedir. Sürücülerin ne kadar hızlı araba kullandıklarını aşağıdaki hipotezlerin hangisiyle sınavabilir?
- Daha genç sürücülerin daha hızlı araba kullanma olasılığı yüksektir
 - Kaza yapan arabalar ne kadar büyükse, kaza sayısı o kadar az olur
 - Yollarda ne kadar polis ekibi olursa kaza sayısı o kadar az olur
 - Arabalar eskidikçe kaza yapma olasılıkları artar

7. Bir fen sınıfında tekerlek yüzeyi genişliğinin tekerleğin daha kolay yuvarlanması üzerine etkisi araştırılmaktadır. Bir oyuncak arabaya geniş yüzeyli tekerlek takılır, önce bir rampadan (eğik düzlem) aşağı bırakılır ve daha sonra düz bir zemin üzerinde gitmesi sağlanır. Deney, aynı arabaya daha dar yüzeyli tekerlekler takılarak tekrarlanır. Hangi tip tekerleğin daha kolay yuvarlandığı nasıl ölçülür?
- Her deneyde arabanın gittiği toplam mesafe ölçülür
 - Rampanın eğim açısı ölçülür
 - Her iki deneyde kullanılan tekerlek tiplerinin yüzey genişlikleri ölçülür
 - Her iki deneyin sonunda arabanın ağırlıkları ölçülür
8. Bir çiftçi daha çok mısır üretebilmenin yollarını aramaktadır. Mısırların miktarını etkileyen faktörleri araştırmayı tasarlar. Bu amaçla aşağıdaki hipotezlerden hangisini sınavabilir?
- Tarlaya ne kadar çok gübre atılırsa, o kadar çok mısır elde edilir
 - Ne kadar çok mısır elde edilirse, kar o kadar fazla olur
 - Yağmur ne kadar çok yağarsa, gübrenin etkisi o kadar çok olur
 - Mısır üretimi arttıkça üretim maliyeti de artar
9. Bir odanın tabandan itibaren değişik yüzeylerdeki sıcaklıklarla ilgili bir çalışma yapılmış ve elde edilen veriler aşağıdaki grafikte gösterilmiştir. Değişkenler arasındaki ilişki nedir?



- Yükseklik arttıkça sıcaklık azalır
 - Yükseklik arttıkça sıcaklık artar
 - Sıcaklık arttıkça yükseklik azalır
 - Yükseklik ile sıcaklık arasında bir ilişki yoktur
10. Ahmet, basketbol topunun içindeki hava arttıkça, topun daha yükseğe sıçradığını düşünmektedir. Bu hipotezi araştırmak için birkaç basketbol topu alır ve içlerine farklı miktarda hava pompalar. Ahmet hipotezini nasıl sınamalıdır?
- Topları aynı yükseklikten fakat değişik hızlarla yere vurur.
 - İçlerinde farklı miktarlarda hava olan topları, aynı yükseklikten yere vurur.
 - İçlerinde aynı miktarlarda hava olan topları, zeminle farklı açılardan yere vurur.
 - İçlerinde aynı miktarlarda hava olan topları, farklı yüksekliklerden yere bırakır.

11. Bir tankerden benzin almak için farklı genişlikte beş hortum kullanılmaktadır. Her hortum için aynı pompa kullanılır. Yapılan çalışma sonunda elde edilen bulgular aşağıdaki grafikte gösterilmiştir.



Aşağıdakilerden hangisi değişkenler arasındaki ilişkiyi açıklamaktadır?

- Hortumun çapı genişledikçe dakikada pompalanan benzin miktarı da artar
- Dakikada pompalanan benzin miktarı arttıkça, daha fazla zaman gerekir
- Hortumun çapı küçüldükçe dakikada pompalanan benzin miktarı da artar
- Pompalanan benzin miktarı azaldıkça, hortumun çapı genişler

Önce aşağıdaki açıklamayı okuyunuz ve daha sonra 12., 13., 14. ve 15. Soruları açıklama kısmından sonra verilen paragrafı okuyarak cevaplayınız.

Açıklama: Bir araştırmada, bağımlı değişken bir takım faktörlere bağımlı olarak gelişim gösteren değişkendir. Bağımsız değişkenler ise bağımlı değişkene etki eden faktörlerdir. Örneğin araştırmanın amacına göre kimya başarısı bağımlı bir değişken olarak alınabilir ve ona etki edebilecek faktör veya faktörler de bağımsız değişkenler olurlar.

Ayşe güneşin karalara ve denizlere aynı derece de ısıtıp ısıtmadığını merak etmektedir. Bir araştırma yapmaya karar verir ve aynı büyüklükte iki kova alır. Bunlardan birini toprakla, diğerini de suyla doldurur ve aynı miktarda güneş ısıtı alacak şekilde bir yere koyar. 08:00-18:00 saatleri arasında her saat başı sıcaklıklarını ölçer.

12. Araştırmada aşağıdaki hipotezlerden hangisi sınanmıştır?

- Toprak ve su ne kadar çok güneş ışığı alırlarsa, o kadar ısınırlar
- Toprak ve su güneş altında ne kadar fazla kalırlarsa, o kadar çok ısınırlar
- Güneş farklı maddeleri farklı derecede ısıtır
- Günün farklı saatlerinde güneşin ısıtı da farklı olur

- 13.** Araştırmada aşağıdaki değişkenlerden hangisi kontrol edilmiştir?
- Kovadaki suyun cinsi
 - Toprak ve suyun sıcaklığı
 - Kovalara koyulan maddenin türü
 - Her bir kovanın güneş altında kalma süresi
- 14.** Araştırmada bağımlı değişken hangisidir?
- Kovadaki suyun cinsi
 - Toprak ve suyun sıcaklığı
 - Kovalara koyulan maddelerin türü
 - Her bir kovanın güneş altında kalma süresi
- 15.** Araştırmada bağımsız değişken hangisidir?
- Kovadaki suyun cinsi
 - Toprak ve suyun sıcaklığı
 - Kovalara koyulan maddelerin türü
 - Her bir kovanın güneş altında kalma süresi
- 16.** Can yedi ayrı bahçedeki çimenleri biçmektedir. Çim biçme makinesiyle her hafta bir bahçedeki çimenleri biçer. Çimenlerin boyu bahçelere göre farklı olup bazılarında uzun, bazılarında kısadır. Çimenlerin boylarıyla ilgili hipotezler kurmaya başlar. Aşağıdakilerden hangisi sınamaya uygun bir hipotezdir?
- Hava sıcakken çim biçmek zordur
 - Bahçeye atılan gübrenin miktarı önemlidir
 - Daha çok sulanan bahçedeki çimenler daha uzun olur
 - Bahçe ne kadar engebeli ise çimenleri kesmek de o kadar zor olur

17., 18., 19. ve 20. soruları aşağıda verilen paragrafi okuyarak cevaplayınız.

Murat, suyun sıcaklığının, su içinde çözünebilecek şeker miktarını etkileyip etkilemediğini araştırmak ister. Birbirinin aynı 4 bardağın her birine 50'şer ml. su koyar. Bardaklardan birisine 0 °C'de, diğerlerine de sırayla 50 °C, 75 °C ve 95 °C sıcaklıkta su koyar. Daha sonra her bir bardağa çözünebileceği kadar şeker koyar ve karıştırır.

- 17.** Bu araştırmada sınanan hipotez hangisidir?
- Şeker ne kadar çok suda karıştırılırsa o kadar çok çözünür
 - Ne kadar çok şeker çözünürse, su o kadar tatlı olur
 - Sıcaklık ne kadar yüksek olursa çözünen şekerin miktarı o kadar fazla olur
 - Kullanılan suyun miktarı arttıkça sıcaklığı da artar

- 18.** Bu araştırmada kontrol edilebilen değişken hangisidir?
- Her bardakta çözünen şeker miktarı
 - Her bardağa konulan su miktarı
 - Bardakların sayısı
 - Suyun sıcaklığı
- 19.** Araştırmanın bağımlı değişkeni hangisidir?
- Her bardakta çözünen şeker miktarı
 - Her bardağa konulan su miktarı
 - Bardakların sayısı
 - Suyun sıcaklığı
- 20.** Araştırmadaki bağımsız değişken hangisidir?
- Her bardakta çözünen şeker miktarı
 - Her bardağa konulan su miktarı
 - Bardakların sayısı
 - Suyun sıcaklığı
- 21.** Bir bahçıvan domates üretimini arttırmak istemektedir. Değişik birkaç alana domates tohumu eker. Hipotezi; tohumlar ne kadar çok sulanırsa, o kadar çabuk filizleneceğidir. Bu hipotezi nasıl sınar?
- Farklı miktarlarda sulanan tohumların kaç günde filizleneceğine bakar
 - Her sulamadan 1 gün sonra domates bitkisinin boyunu ölçer
 - Farklı alanlardaki bitkilere verilen su miktarını ölçer
 - Her alana ektiği tohum sayısına bakar
- 22.** Bir bahçıvan tarlasındaki kabaklarda yaprak bitleri görür. Bu bitleri yok etmek gereklidir. Kardeşi “Kling” adlı tozun en iyi böcek ilacı olduğunu söyler. Tarım uzmanları ise “Acar” adlı spreyn daha etkili olduğunu söylemektedir. Bahçıvan altı tane kabak bitkisi seçer. Üç tanesini tozla, üç tanesini de spreyle ilaçlar. Bir hafta sonra her bitkinin üzerinde kalan canlı bitleri sayar. Bu çalışmada böcek ilaçlarının etkinliği nasıl ölçülür?
- Kullanılan toz ya da spreyn miktarı ölçülür
 - Toz ya da spreyle ilaçlandıktan sonra bitkilerin durumları tespit edilir
 - Her fidede oluşan kabağın ağırlığı ölçülür
 - Bitkiler üzerinde kalan bitler sayılır
- 23.** Ebru, bir alevin belli bir zaman süresi içinde meydana getireceği ısı enerjisi miktarını ölçmek ister. Bir kabın içine bir litre soğuk su koyar ve 10 dakika süreyle ısıtır. Ebru, alevin meydana getirdiği ısı enerjisini nasıl ölçer?

- a. 10 dakika sonra suyun sıcaklığında meydana gelen değişmeyi kaydeder
- b. 10 dakika sonra suyun hacminde meydana gelen değişmeyi ölçer
- c. 10 dakika sonra alevın sıcaklığını ölçer
- d. Bir litre suyun kaynaması için geçen zamanı ölçer

24. Ahmet, buz parçalarının erime süresini etkileyen faktörleri merak etmektedir. Buz parçalarının büyüklüğü, odanın sıcaklığı ve buz parçacıklarının şekli gibi faktörlerin erime süresini etkileyebileceğini düşünür. Daha sonra şu hipotezi sınamaya karar verir: “Buz parçalarının şekli erime süresini etkiler.”

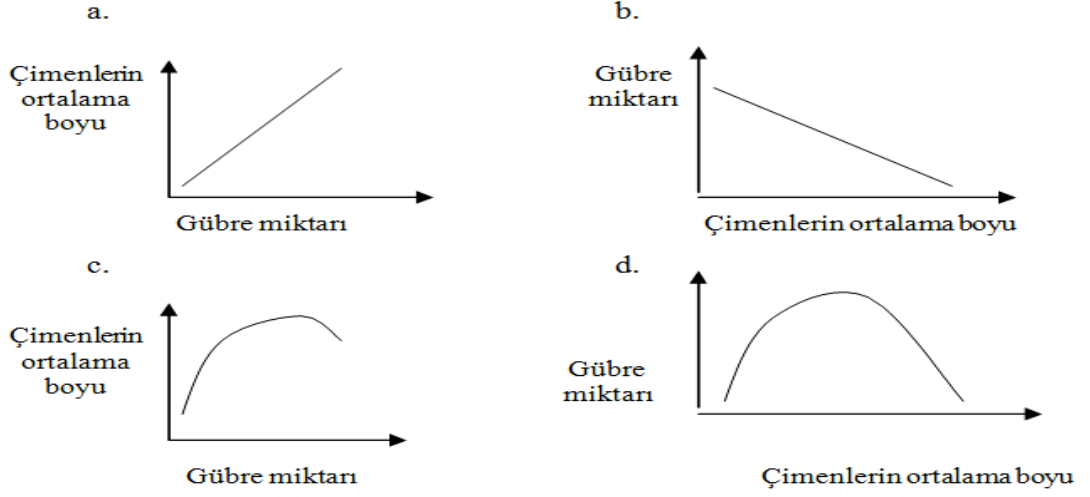
Ahmet bu hipotezi sınamak için aşağıdaki deney tasarımlarından hangisini uygulamalıdır?

- a. Her biri farklı şekil ve ağırlıkta beş buz parçası alınır. Bunlar aynı sıcaklıkta benzer beş kabın içine ayrı ayrı konur ve erime süreleri izlenir.
- b. Her biri aynı şekilde fakat farklı ağırlıkta beş buz parçası alınır. Bunlar aynı sıcaklıkta benzer beş kabın içine ayrı ayrı konur ve erime süreleri izlenir.
- c. Her biri aynı ağırlıkta fakat farklı şekillerde beş buz parçası alınır. Bunlar aynı sıcaklıkta benzer beş kabın içine ayrı ayrı konur ve erime süreleri izlenir.
- d. Her biri aynı ağırlıkta fakat farklı şekillerde beş buz parçası alınır. Bunlar farklı sıcaklıkta benzer beş kabın içine ayrı ayrı konur ve erime süreleri izlenir.

25. Bir araştırmacı yeni bir gübreyi denemektedir. Çalışmalarını aynı büyüklükte beş tarlada yapar. Her tarlaya yeni gübresinden değişik miktarlarda karıştırır. Bir ay sonra, her tarlada yetişen çimenin ortalama boyunu ölçer. Ölçüm sonuçları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

<u>Gübre miktarı (kg)</u>	<u>Çimenlerin ortalama boyu (cm)</u>
10	7
30	10
50	12
80	14
100	12

Tablodaki verilerin grafiğı aşağıdakilerden hangisidir?



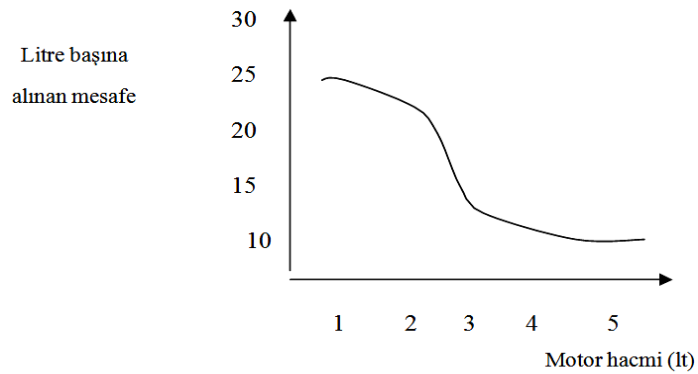
26. Bir biyolog şu hipotezi test etmek ister: “Farelere ne kadar çok vitamin verilirse o kadar hızlı büyürler.” Biyolog farelerin büyüme hızını nasıl ölçebilir?

- Farelerin hızını ölçer
- Farelerin, günlük uyumadan durabildikleri süreyi ölçer
- Her gün fareleri tartar
- Her gün farelerin yiyeceği vitaminleri tartar

27. Öğrenciler, şekerin suda çözünme süresini etkileyebilecek değişkenleri düşünmektedirler. Suyun sıcaklığını, şekerin ve suyun miktarlarını değişken olarak saptarlar. Öğrenciler, şekerin suda çözünme süresini aşağıdaki hipotezlerden hangisiyle sınavabilir?

- Daha fazla şekeri çözmek için daha fazla su gereklidir
- Su soğudukça, şekeri çözebilmek için daha fazla karıştırmak gerekir
- Su ne kadar sıcaksa o kadar çok şeker çözünecektir
- Su ısındıkça şeker daha uzun sürede çözünür.

28. Bir araştırma grubu, değişik hacimli motorları olan arabaların randımanlarını ölçer. Elde edilen sonuçların grafiği aşağıdaki gibidir:



Aşağıdakilerden hangisi değişkenler arasındaki ilişkiyi gösterir?

- a. Motor ne kadar büyükse, 1 lt. benzinle gidilen mesafe de o kadar uzun olur
 - b. 1 lt. benzinle gidilen mesafe ne kadar az olursa, arabanın motoru o kadar küçük demektir
 - c. Motor küçüldükçe, arabanın 1 lt. benzinle gittiği mesafe artar
 - d. 1 lt. benzinle gidilen mesafe ne kadar uzun olursa, arabanın motoru o kadar büyük demektir
- 29., 30., 31. ve 32. soruları aşağıda verilen paragrafi okuyarak cevaplayınız.

Toprağa karıştırılan yaprakların domates üretimine etkisi araştırılmaktadır. Araştırmada dört büyük saksıya aynı miktarda ve tipte toprak konulmuştur. Fakat 1. saksıdaki toprağa 15 kg, 2.'ye 10 kg, 3.'ye ise 5 kg çürümüş yaprak karıştırmıştır. 4. saksıdaki toprağa ise hiç çürümüş yaprak karıştırılmamıştır. Daha sonra bu saksılara domates ekilmiştir. Bütün saksılar güneşe konmuş ve aynı miktarda sulanmıştır. Her saksıdan elde edilen domates tartılmış ve kaydedilmiştir.

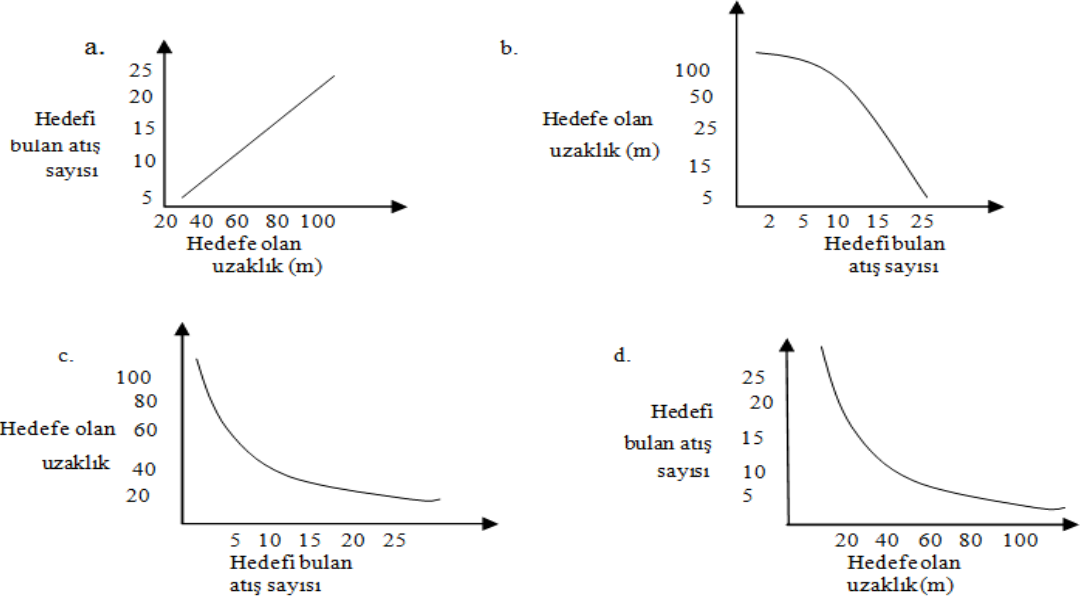
- 28.** Bu araştırmada sınanan hipotez hangisidir?
- a. Bitkiler güneşten ne kadar çok ışık alırlarsa, o kadar fazla domates verirler
 - b. Saksılar ne kadar büyük olursa, karıştırılan yaprak miktarı fazla olur
 - c. Saksılar ne kadar çok sulanırsa, içlerindeki yapraklar o kadar çabuk çürür
 - d. Toprağa ne kadar çok çürük yaprak karıştırılırsa o kadar fazla domates elde edilir
- 29.** Bu araştırmada kontrol edilen değişken hangisidir?
- a. Her saksıdan elde edilen domates miktarı
 - b. Saksılara karıştırılan yaprak miktarı
 - c. Saksılardaki toprak miktarı
 - d. Çürümüş yaprak karıştırılan saksı sayısı
- 30.** Araştırmadaki bağımlı değişken hangisidir?
- a. Her saksıdan elde edilen domates miktarı
 - b. Saksılara karıştırılan yaprak miktarı
 - c. Saksılardaki toprak miktarı
 - d. Çürümüş yaprak karıştırılan saksı sayısı
- 31.** Araştırmadaki bağımsız değişken hangisidir?
- a. Her saksıdan elde edilen domates miktarı
 - b. Saksılara karıştırılan yaprak miktarı
 - c. Saksılardaki toprak miktarı
 - d. Çürümüş yaprak karıştırılan saksı sayısı
- 32.** Bir öğrenci mıknatısların kaldırma yeteneklerini araştırmaktadır. Çeşitli boylarda ve şekillerde birkaç mıknatıs alır ve her mıknatısın çektiği demir tozlarını tartar. Bu çalışmada mıknatısın kaldırma yeteneği nasıl tanımlanır?

- a. Kullanılan mıknatısın büyüklüğü ile
- b. Demir tozlarını çeken mıknatısın ağırlığı ile
- c. Kullanılan mıknatısın şekli ile
- d. Çekilen demir tozlarının ağırlığı ile

33. Bir hedefe çeşitli mesafelerden 25'er atış yapılır. Her mesafeden yapılan 25 atıştan hedefe isabet edenler aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Mesafe (m)	Hedefe vuran atış sayısı
5	25
15	10
25	10
50	5
100	2

Aşağıdaki grafiklerden hangisi verilen bu verileri en iyi şekilde yansıtır?



34. Sibel, akvaryumdaki balıkların bazen çok hareketli bazen ise durgun olduklarını gözler. Balıkların hareketliliğini etkileyen faktörleri merak eder. Balıkların hareketliliğini etkileyen faktörleri hangi hipotezle sımayabilir?

- a. Balıklara ne kadar çok yem verilirse, o kadar çok yeme ihtiyaçları vardır
- b. Balıklar ne kadar hareketli olursa, o kadar çok yeme ihtiyaçları vardır
- c. Suda ne kadar çok oksijen varsa, balıklar o kadar iri olur
- d. Akvaryum ne kadar ışık alırsa, balıklar o kadar hareketli olur

35. Murat Bey'in evinde birçok elektrikli alet vardır. Fazla gelen elektrik faturaları dikkatini çeker. Kullanılan elektrik miktarını etkileyen faktörleri araştırmaya karar verir. Aşağıdaki değişkenlerden hangisi kullanılan elektrik enerjisi miktarını etkileyebilir?

- a. TV nin açık kaldığı süre
- b. Elektrik sayacının yeri
- c. Çamaşır makinesini kullanma sıklığı
- d. a ve c



EK 5

FeTeMM Görüşme Formu

FeTeMM GÖRÜŞME FORMU

Değerli Öğretmen Adayları;

Bu formda yer alan sorular, Genel Fizik Laboratuvarı III dersi kapsamında uygulanan FeTeMM etkinlikleri hakkında görüşlerinizi almak için hazırlanmıştır. Sorulara içtenlikle ve mümkün olduğu kadar detaylı bir şekilde cevap vermeniz, elde edilecek bilgilerin güvenilirliği için oldukça önemli olacaktır.

Katılımınız için teşekkür ederiz.

Cinsiyetiniz: K () E ()

Sınıfınız: A () B ()

1. FeTeMM etkinliklerinin önceki uygulamalara kıyasla farklı olarak belirleyeceğimiz yönleri nelerdir? Etkinliklerde olumlu ya da olumsuz olarak gördüğünüz noktaları yazınız.
2. Uygulanan bu etkinliklerin hangi bölümlerinde zorlandınız? Sebepleri ile birlikte açıklayınız. Size göre bu tür etkinliklerin avantaj ve dezavantajları nelerdir?
3. Uygulamalar sırasında kullandığımız simülasyon programının, mühendislik tasarım sürecine etkisi oldu mu? Açıklayınız.

EK 5 (Devam)

FeTeMM Görüşme Formu-(Arka Sayfa)

4. Bir öğretmen adayı olarak lisans öğreniminizde FeTeMM etkinlikleri gerçekleştirmenizin faydalı olabileceğini düşünüyor musunuz? Cevabınız evet ise ne gibi faydaları olabileceğini yazınız.

5. Sizce, FeTeMM eğitimini alan bir bireyde hangi becerilerin gelişmesi beklenir?Nedenleri ile birlikte açıklayınız.

6. FeTeMM eğitiminde disiplinler arası etkileşimin olması, Fen eğitimine ne gibi katkılar sağlayacağı beklenir? Bu tarz uygulamalar, eğitim sistemimiz için gerekli bir yöntem midir? Olumlu veya olumsuz görüşlerinizi ifade ediniz.

7. Öğretmen olduğunuzda FeTeMM etkinliklerini sınıfta kullanmak ister misiniz? Açıklayınız.

Cevabınız evet ise;

Cevabınız hayır ise;

EK 6

Öğrenci Görüşme Formu Cevapları

(Öğrenci- K25)

K25

FeTeMM GÖRÜŞME FORMU

Değerli Öğretmen Adayları;

Bu formda yer alan sorular, Genel Fizik Laboratuvarı III dersi kapsamında uygulanan FeTeMM Etkinlikleri hakkında görüşlerinizi almak için hazırlanmıştır. Sorulara içtenlikle ve mümkün olduğu kadar detaylı bir şekilde cevap vermeniz, elde edilecek bilgilerin güvenilirliği için oldukça önemli olacaktır.

Katılımınız için teşekkür ederiz.

Cinsiyetiniz: ~~K~~ E () Sınıfınız: A ~~B~~ B ()

1. FeTeMM etkinliklerinin önceki uygulamalara kıyasla farklı olarak belirleyeceğiniz yönleri nelerdir? Etkinliklerde olumlu ya da olumsuz olarak gördüğünüz noktaları yazınız.

Fizik dersi konularını uygulamaya yöntemi ile daha açıklayıcı ve kalıcı hale getiriyoruz. Yani ispat etmiş oluyoruz.

2. Uygulanan bu etkinliklerin hangi bölümlerinde zorlandınız?/Sebepleri ile birlikte açıklayınız. (Size göre bu tür etkinliklerin avantaj ve dezavantajları nelerdir?)

Matematik bölümünde zorlandık. Çünkü disjunktif her şeyi somut hale dökmek uğraştırıcı oldu. Tekrar Tekrar yaptık, denedik.

3. Uygulamalar sırasında kullandığınız simülasyon programının, mühendislik tasarım sürecine etkisi oldu mu? Açıklayınız.

Evet oldu. Mesela mercek veya ayna kullanımı yansıma, kırılma, görüntü oluşup oluşmadığını hipotezlerini test edebiliyoruz. Olşun parantez özelliklerini görebiliyoruz. Farklı uygulamalar yapabiliyoruz.

EK 6 (Devam)

Öğrenci Görüşme Formu Cevapları

(Öğrenci K25- Arka Sayfa)

4. Bir öğretmen adayı olarak lisans öğreniminizde FeTeMM etkinlikleri gerçekleştirmenizin faydalı olabileceğini düşünüyor musunuz? Cevabınız evet ise ne gibi faydaları olabileceğini yazınız.

Evet. Düşüncelerimi delil olasıları deneme yanılma yoluyla gerçekleştirdik. Epey hipotez doğrulanıyorsa ispat ettik.

5. Sizce, FeTeMM eğitimini alan bir bireyde hangi becerilerin gelişmesi beklenir?Nedenleri ile birlikte açıklayınız.

Çok yönlü düşünebilme yeteneğini geliştiririz.
Soru sormaya cesaret verir bunları sınırlar.

6. FeTeMM eğitiminde disiplinler arası etkileşimin olması, Fen eğitimine ne gibi katkılar sağlayacağı beklenir? Bu tarz uygulamalar, eğitim sistemimiz için gerekli bir yöntem midir? Olumlu veya olumsuz görüşlerinizi ifade ediniz.

Gerekli bir yöntemdir. Hipotez yapmada katkı sağlar.

7. Öğretmen olduğunuzda FeTeMM etkinliklerini sınıfta kullanmak ister misiniz? Açıklayınız.

Cevabınız evet ise: Kullanmak isterim. Çeşitli öğrencilerime anlattığım konuları somut olarak posterlere daha kalıcı hale getiririm. Aynı zamanda onların çok yönlü düşüncelerini sağlarım. Normal hayatta da kullandığımızı ispatları.

Cevabınız hayır ise;

EK 6 (Devam)

Öğrenci Görüşme Formu Cevapları

(Öğrenci- K29)

K 29

FeTeMM GÖRÜŞME FORMU

Değerli Öğretmen Adayları;

Bu formda yer alan sorular, Genel Fizik Laboratuvarı III dersi kapsamında uygulanan FeTeMM Etkinlikleri hakkında görüşlerinizi almak için hazırlanmıştır. Sorulara içtenlikle ve mümkün olduğu kadar detaylı bir şekilde cevap vermeniz, elde edilecek bilgilerin güvenilirliği için oldukça önemli olacaktır.

Katılımınız için teşekkür ederiz.

Cinsiyetiniz: ~~K~~ E ()

1. FeTeMM etkinliklerinin önceki uygulamalara kıyasla farklı olarak belirleyeceğiniz yönleri nelerdir? Etkinliklerde olumlu ya da olumsuz olarak gördüğünüz noktaları yazınız.

Diğer etkinlikler hatırladığımızı yapmamızı sağlarken bu uygulamaya düşüncemizi ve düşüncemizi kendimizin üretmemizi sağlıyor. Olumsuz yönü ise malzeme yeterliliği ve uyumsuzluğu.

2. Uygulanan bu etkinliklerin hangi bölümlerinde zorlandınız? Sebepleri ile birlikte açıklayınız. Size göre bu tür etkinliklerin avantaj ve dezavantajları nelerdir?

Model tasarlamada zorlandım. Çünkü sanda yaptıkları biz reelde uyguladığımızda uyusmadı.

Avantajı kendimizi polistirenlik düşüncelerimiz geliştirdi.

3. Uygulamalar sırasında kullandığımız simülasyon programının, mühendislik tasarım sürecine etkisi oldu mu? Açıklayınız.

Gerçekte patlenleyemediğimiz durumları simülasyon programı sayesinde görebildik. İstediklerimiz dercede yapabilirlik ölçülerde kesinlik sağlayabildik.

EK 6 (Devam)

Öğrenci Görüşme Formu Cevapları

(Öğrenci- K29- Arka Sayfa)

4. Bir öğretmen adayı olarak lisans öğreniminizde FeTeMM etkinlikleri gerçekleştirmenizin faydalı olabileceğini düşünüyor musunuz? Cevabınız evet ise ne gibi faydaları olabileceğini yazınız.

Evet faydalıdır. Kendimizi geliştirdik, öğrencilerimiz gelişti.

5. Sizce, FeTeMM eğitimini alan bir bireyde hangi becerilerin gelişmesi beklenir?Nedenleri ile birlikte açıklayınız.

Bilisel ve psiko motor performansında etkilidir.
Bilisel olarak düşünce sistemimiz; Projeler sayesinde psiko-
motor sistemimiz gelişmiş oldu.

6. FeTeMM eğitiminde disiplinler arası etkileşimin olması, Fen eğitimine ne gibi katkılar sağlayacağı beklenir? Bu tarz uygulamalar, eğitim sistemimiz için gerekli bir yöntem midir? Olumlu veya olumsuz görüşlerinizi ifade ediniz.

Gereklidir. Bilim olarak ilerleyebilmemize yardımcı olacaktır.

7. Öğretmen olduğunuzda FeTeMM etkinliklerini sınıftınızda kullanmak ister misiniz? Açıklayınız.

Cevabınız evet ise;

Evet, Gelişime katkısı olacağını düşünüyorum.

Cevabınız hayır ise;