T.C.
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FİZİK EĞİTİMİ BİLİM DALI

TÜRKİYE'DE FİZİK EĞİTİMİ ALANINDA YAPILAN STEM ÇALIŞMALARININ İNCELENMESİ

HAZIRLAYAN
Abdulkadir Bingöl

DİYARBAKIR- 2022

T.C.
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FİZİK EĞİTİMİ BİLİM DALI

TÜRKİYE'DE FİZİK EĞİTİMİ ALANINDA YAPILAN STEM ÇALIŞMALARININ İNCELENMESİ

HAZIRLAYAN
Abdulkadir Bingöl

Tez Danışmanı
Doç. Dr. Medine BARAN

DİYARBAKIR- 2022

T.C

DİCLE UNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

DİYARBAKIR

Abdulkadir Bingöl tarafından yapılan "TÜRKİYE'DE FİZİK EĞİTİMİ ALANINDA YAPILAN STEM ÇALIŞMALARININ İNCELENMESİ" konulu bu çalışma, jürimiz tarafından Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyesinin

	Unvanı	Adı Soyadı	
Başkan:	Prof. Dr.	Abdulkadir MASKAN	……
Tez Danışmanı:	Doç. Dr.	Medine BARAN	……
Üye :	Doç. Dr.	Mehmet İkbal YETİŞİR	……..…….

Tez Savunma Sınavı Tarihi: 30/06/2022

Yukarıdaki bilgilerin doğruluğunu onaylarım.

30/06/2022

Prof. Dr. Bahar BURTAN DOĞAN
ENSTİTÜ MÜDÜRÜ
(MÜHÜR)

BİLDİRİM

Tezimin içerdiği yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadığımı ve bu tezi DÜ Eğitim Bilimleri Enstitüsünden başka bir bilim kuruluşuna akademik gaye ve unvan almak amacıyla vermediğimi; tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada kullanılan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ediyorum.

(İmza)

Abdulkadir BİNGÖL

…/…/…..

ÖNSÖZ

Bu çalışmada benden yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Sayın Doç. Dr. Medine Baran'a teşekkür ederim.

Bu çalışmayı kendilerini ihmal ettiğim kızım ve oğluma armağan ediyorum. Tez hazırlama sürecinde benden desteklerini esirgemeyen eşim Şermin'e teşekkür ediyorum.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ ..... **ii**

İÇİNDEKİLER ..... **iii**

ÖZET ..... **vii**

ABSTRACT ..... **viii**

TABLOLAR LİSTESİ ..... **ix**

ŞEKİLLER LİSTESİ ..... **xi**

KISALTMALAR LİSTESİ ..... **xii**

1. GİRİŞ **1**

1. 1. Araştırmanın Problemi **2**

1.1.1 Araştırmanın Problem Cümlesi **4**

1.1.2 Araştırmanın Alt Problemleri **4**

1. 2.Araştırmanın Amacı **5**

1. 3. Araştırmanın Önemi **6**

1. 4. Araştırmanın Sınırlılıkları **7**

1. 5.Araştırmanın Varsayımları **8**

1. 6. Tanımlar **9**

2. KURAMSAL ÇERÇEVE **10**

2.1. Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik (STEM) **10**

2.2. STEM Eğitimi **13**

2.2.1. Mühendislik Tasarım Temelli STEM Eğitimi **18**

2.2.2. Sanat ve STEM Eğitimi(STEM+Art)…… **20**

2.3. Konu ile ilgili yapılan çalışmalar ……. **20**

2.3.1. Yurt İçinde Yapılan Çalışmalar ……...…… **20**

2.3.2. Yurt Dışında Yapılan Çalışmalar ……...…….. **28**

3.YÖNTEM **36**

3.1.Araştırma Modeli **36**

3.2. Verilerin Toplanma Süreci ….……...……..... **37**

3.3. Verilerin Kaynağı ..…….....**38**

3.4. Verilerin analizi ……..... **39**

3.4.1. Geçerlik ve Güvenirlik ……..... ***40***

4. BULGULAR.....**41**

4.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular……**41**

4.2. İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular ……..**42**

4.3. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular ……...**43**

4.4. Dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular ……...**44**

4.5. Beşinci Alt Probleme İlişkin Bulgular……...……..**44**

4.6. Altıncı Alt Probleme ilişkin Bulgular……...……...…**45**

4.7. Yedinci Alt Probleme İlişkin Bulgular……**46**

4.8. Sekizinci Alt Probleme İlişkin Bulgular……..**47**

4.9. Dokuzuncu Alt Probleme İlişkin Bulgular……..**49**

4.10. Onuncu Alt Probleme İlişkin Bulgular……**50**

4.11. On birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular……..……....**51**

4.12. On ikinci Alt Probleme İlişkin Bulgular……...……**52**

4.13. On Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular……**53**

4.14. On Dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular……**55**

5. TARTIŞMA **62**

5.1. Birinci Alt Probleme Ait Bulguların (Çalışmaların amaçları) Tartışılması……..**63**

5.2. İkinci Alt Probleme İlişkin Bulguların (Çalışma Türü ve Adetleri) Tartışılması……**65**

5.3. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulguların (Çalışmaların Yıllara Dağılımı) Tartışılması……**65**

5.4. Dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulguların (Çalışılan Enstitüler) Tartışılması…**66**

5.5. Beşinci Alt Probleme İlişkin Bulguların (Araştırma Yöntemleri) Tartışılması…**67**

5.6. Altıncı Alt Probleme İlişkin Bulguların (Örnekleme Çeşitleri) Tartışılması…...**67**

5.7. Yedinci Alt Probleme İlişkin Bulguların (Çalışılan Gruplar) Tartışılması……...**68**

5.8. Sekizinci Alt Probleme İlişkin Bulguların (Veri Toplama Araçları) Tartışılması ……..**69**

5.9. Dokuzuncu Alt Probleme İlişkin Bulguların (Değişkenler) Tartışılması…….**70**

5.10. Onuncu Alt Probleme İlişkin Bulguların (Çalışılan Fizik Konuları) Tartışılması……**72**

5.11. On birinci Alt Probleme İlişkin Bulguların (Temel Alınan Yaklaşımlar (strateji) / Metodlar) Tartışılması……**73**

5.12. On İkinci Alt Probleme İlişkin Bulguların (Kullanılan İstatistik yöntemleri) Tartışılması **74**

5.13. On Üçüncü Alt Probleme Ait Bulguların (Çalışmaların sonuçları) Tartışılması.....**76**

5.14. On Dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulguların (Çalışmaların Önerileri) Tartışılması.....**78**

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER **80**

7. KAYNAKÇA **83**

8. EKLER.....**99**

8.1. EK 1. Araştırma Kapsamında İncelenen Lisansüstü Tezlerin Kodları.....**99**

9. ÖZGEÇMİŞ.....**104**

ÖZET

Türkiye'de Fizik Eğitimi Alanında Yapılan STEM Çalışmalarının İncelenmesi

Yapılan çalışmanın amacı Fizik Eğitiminde STEM alanında yapılan çalışmaların çeşitli boyutlardan incelenmesi ve değerlendirilmesidir. Bu çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden sistematik literatür taraması yöntemi kullanılmıştır. Bu çalışmanın kapsamını 2017-2021 yılları arasında Türkiye'de Yüksek Öğretim Kurumu'nun Ulusal Tez Merkezi'nde bulunan, Fizik konularını içeren STEM alanında yazılmış 37 adet yüksek lisans ve 7 adet doktora olmak üzere 44 adet lisansüstü tez üzerinde yapılan inceleme ve değerlendirmeler oluşturmaktadır. Araştırma kapsamında toplanan veriler: Çalışma türü ve adetleri, yıllara göre dağılımları, çalışmaların yapıldığı enstitüler, kullanılan araştırma yöntemleri, çalışmaların değişkenleri, çalışılan fizik konuları, temel alınan yaklaşımlar, yaygın olarak kullanılan örnekleme çeşitleri, çalışma grupları, çalışmalarda kullanılan veri toplama araçları ve kullanılan istatistiksel tekniklerin dağılımlarıdır. Araştırma kapsamında toplanan veriler, frekans ve yüzde olarak analiz edilmiştir. Tezlerde çeşitli beceri, görüş, akademik başarı, öğrenme yaklaşımları, kariyer, tutum ve ilgi/algı üzerinde çalışıldığı anlaşılmaktadır. Çalışmaların amaçları arasında en çok akademik başarı, kavramsal anlama düzeyi ve STEM' e karşı tutum amaç edinilmiştir. Çalışmalar 24 Üniversitede, en fazla Eğitim Bilimleri Enstitüsünde yapılmış ve bu çalışmalar 2019 yılında yoğunlaşmıştır. Araştırmalarda en çok karma, nicel ve nitel yöntemlerin tercih edildiği, seçkili ve seçkisiz örneklemin kullanıldığı, ortaokul öğrencileri ve öğretmen adaylarının sıklıkla çalışılan gruplar olduğu, veri toplama aracı olarak anket/ölçek ve görüşme (form) araçlarının sıklıkla kullanıldığı tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalarda **"**başarı" ve "21. yy becerileri" nin en çok kullanılan değişkenler olduğu bulunmuştur. En çok çalışılan fizik konuları ise elektrik ve mekanik konularıdır. En fazla tasarım temelli yaklaşım tercih edilmiş, model olarak da 5E Modeli daha çok kullanılmıştır. Veri çözümlemede kullanılan istatistik yöntemlerinden en çok tanımlayıcı yöntem tercih edilmiştir. Çalışmaların bulgularında, STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarını arttırdığı tespit edilmiş ve STEM çalışmalarının sayısının arttırılması önerilmiştir. Bu çalışmanın sonucunda elde edilen bulguların, 21. yüzyıl becerilerinin gelişiminde önemli rolü olan STEM alanındaki literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: STEM, FeTeMM, Fizik Eğitimi

ABSTRACT

Investigation of STEM Studies Conducted in Physics Education in Turkey

The purpose of this study is investigate and evaluate the studies conducted in the field of STEM in Physics Education from various dimensions. In this study, systematic literature review method, one of the qualitative research methods, was used. The scope of this study consists of the examination and evaluation of 44 postgraduate theses that include 37 master's and 7 doctoral theses, written in the field of STEM including physics subjects, found in the National Thesis Center of the Higher Education Institution in Turkey between 2017-2021. The data collected within the scope of the research: Types of studies, publication years, institutes where the researchs were conducted, research methods, variables of the research, physics topics studied, approaches taken as basis, sampling types, study groups, data collection tools used in the researchs and distribution of statistical techniques used. The data collected within the scope of the research were analyzed in frequencies and percentages. It is understood that various skills, opinions, academic achievement, learning approaches, career, attitude and interest/perception are studied in the theses. Among the objectives of the studies, academic achievement, conceptual understanding level and attitude towards STEM were the most common objectives. The studies were conducted in 24 universities, mostly in the Institute of Educational Sciences, and these studies were concentrated in 2019. It was determined that mixed, quantitative and qualitative methods were mostly preferred in the studies, selected and random sampling was used, secondary school students and prospective teachers were frequently studied groups, and questionnaire/scale and interview (form) tools were frequently used as data collection tools. It was found that "achievement" and "21st century skills" were the most frequently used variables in the studies. The most studied physics subjects were electricity and mechanics. The design-based approach was preferred the most, and the 5E Model was used more as a model. Among the statistical methods used in data analysis, descriptive method was preferred the most. In the findings of the studies, it was seen that STEM applications increased students' academic achievement and it was recommended to increase the number of STEM studies. It is thought that the findings of this study will contribute to the literature in the field of STEM, which has an important role in the development of 21st century skills.

Keywords: STEM, FeTeMM, Physics Education,

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo No Tablo Adı Sayfa No

1. Fizik Eğitimi Alanında Yapılan STEM Çalışmalarının Yapıldığı Üniversiteler ve Yıllara Göre Dağılımları ……..38

2. Fizik Eğitimi alanında yapılan STEM çalışmalarının amaçları analiz edilmiştir……..41

3. Fizik Eğitimi alanında yapılan STEM çalışmalarının çalışma türü ve adedi analiz edilmiştir……..43

4. Fizik Eğitimi alanında yapılan STEM çalışmalarının yıllara göre dağilimı analiz edilmiştir……..43

5. Fizik Eğitimi alanında yapılan STEM çalışmalarının çalışılan enstitüler analiz edilmiştir……..44

6. Fizik Eğitimi alanında yapılan STEM çalışmalarının kullandığı Araştırma Yöntemleri analiz edilmiştir……..44

7. Fizik Eğitimi alanında yapılan STEM çalışmalarının Örnekleme Çeşitleri analiz edilmiştir……..45

8. Fizik Eğitimi alanında yapılan STEM çalışmalarının Çalışılan grupları analiz edilmiştir……..46

9. Fizik Eğitimi alanında yapılan STEM çalışmalarında kullanılan veri toplama araçları analiz edilmiştir…….47

10. Fizik Eğitimi alanında yapılan STEM çalışmaları çalışılan değişkenler açısından analiz edilmiştir…….49

11. Fizik Eğitimi alanında yapılan STEM çalışmaları çalışılan fizik konuları analiz edilmiştir……..50

12. Fizik Eğitimi alanında yapılan STEM çalışmalarında Temel Alınan Yaklaşımlar(strateji)/Metodlar analiz edilmiştir……51

13. Fizik Eğitimi Alanında yapılan STEM Çalışmalarında Tezlerde Veri Çözümlemede Kullanılan İstatistikler Analiz edilmiştir….....52

14. Fizik Eğitimi alanında yapılan STEM çalışmalarının sonuçları analiz edilmiştir……..53

15. Fizik Eğitimi alanında yapılan STEM çalışmalarının önerileri analiz edilmiştir……..55

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil No	Şekil Adı	Sayfa No
1.	Ariel Hsu Perspektifinden STEM Diyagramı…….…….……...…..17	
2.	STEM Etkinlik Döngüsü.....19	
3.	Mühendislik Tasarım Süreci Basamakları.....19	

KISALTMALAR LİSTESİ

STEM : Fen (Science), Teknoloji (Technology), Mühendislik (Engineering) ve Matematik (Mathematics) kelimelerinin İngilizce baş harflerinden oluşmuş bir kısaltmadır.

FeTeMM: Türkiye' de Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik alanlarının baş harfleri alınarak STEM, FeTeMM kısaltması ile kullanılmıştır.

NSF : Amerikan Ulusal Bilim Vakfı (National Science Foundation)

MEB : Milli Eğitim Bakanlığı

ABD : Amerika Birleşik Devletleri

1. GİRİŞ

Son yüzyılda yaşanan bilimsel ve teknolojik gelişmeler günlük yaşantımızı etkilemiştir. Sadece okuryazar olmak, dünyamızda olup bitenleri anlamak ve yaşamımızı sürdürmek için yeterli değildir. Günlük yaşantımızda hemen hemen her gün yeni ürünlerle karşılaşmaktayız. Teknoloji, fen, mühendislik ve matematik iş birliği ile yeni ürünler geliştirilmeye devam ediliyor. Bu ürünler aracılığıyla iletişim kurmak, bunları bilimsel olarak değerlendirmek, bu ürünler üzerinde yenilik yapmak ve geliştirmek için sadece teknoloji okuryazarı olmak yetmez. Bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarını bütünleştiren Fen (Science), Teknoloji (Technology), Mühendislik (Engineering) ve Matematik (Mathematics) (STEM) becerilerinin hepsine ihtiyaç duyar hale geldik. Bugün yaptığımız ve gelecekte yapacağımız işlerin STEM Eğitimi entegrasyonuna ihtiyaç duyduğu bir gerçektir. Bireyler 21.yy da anlamlı bir yer edinebilmeleri, günümüz sorunlarının multidisipliner doğası gereği bu sorunların çözümü için STEM alanlarının entegrasyonuna ihtiyaç duymaktadır. Dünyanın hızlı küreselleşmesi, ulusal sınır kavramının silikleşmesine neden olmuştur. Herhangi bir ulusun vatandaşı olmaktan çok 21.yy insanı olmak önem kazanmıştır (Çepni, 2018).

Gelişen dünya, bazı yeteneklere duyulan ihtiyacı artırmıştır. Geçmişte iş bölümü yapmanın verimliliği artırmada önemli olduğunu, günümüzde ise iş birliği yapmanın önem kazandığı söylenebilir. Bunun temel nedenlerinden biri, günümüz dünyasında geçmişe göre her alanda daha geniş bilgi birikiminin olmasıdır. Kişinin belirli alanlarda her türlü bilgiye sahip olması zordur, bu nedenle alanlar daha özel hale geldi ve her bir alanın kendi uzmanı var. Böyle durumlarda iletişim ve iş birliği becerileri öne çıkıyor. Bu anlamda dört derin alanı birleştiren STEM bu beceriler için büyük önem taşımaktadır.

Günümüz insanının STEM ve STEM alanları arasındaki ilişkilerin farkında olması önemlidir çünkü herhangi bir alanda okuryazarlık o alanın farkındalığını gerektirir. Bir şeyin farkında olmak, onu bilmek ve deneyimlemekle mümkün olabilir. Benzer şekilde, STEM farkındalığı, STEM alanlarına hakim olmayı ve uygulamayı gerektirir. Eğitimde STEM uygulamalarına yer verilerek okullarda STEM alanlarına ilişkin bilgi ve deneyim kazandırılabilir. Bu anlamda STEM eğitimi, birden fazla alanın kesişiminden, iş birliği içinde oluşturulan bilgi, beceri ve inançları ifade eder. STEM eğitiminin amacı bireyi, hayat mühendisi veya bir bilim insanı olarak multidisipliner yetiştirmektir (Çavaş, Aslıhan

& Gürcan, 2020). Bireyi gerçek hayat mühendisi ya da bilim insanı olarak yetiştirmenin yolu, en etkili öğrenme yolu olarak kabul edilen yaparak yaşayarak öğrenmekten geçer. Öğrenciler yaparak yaşayarak öğrenmenin getirdiği deneyimlerle daha fazla motive olurlar. Öğrencilere günlük yaşam problemleriyle başa çıkma fırsatları verilerek; yaratıcı çözümler üretmek, işbirlikçi ortamlarda çalışmak, teknolojiyi etkin kullanmak, özgün tasarımlar yapmak, eğitim hayatlarındaki durumların matematiksel modellerini oluşturmak STEM konusunda farkındalıklarını artırılabilir (Tezsezen, 2017).

Dolayısıyla bu yüzyıla ayak uydurabilen, günümüzde ihtiyaç duyulan bilgi ve becerilere sahip bireyler yetiştirmek eğitim sistemleri için oldukça önemlidir. Bu nedenle STEM'in eğitimdeki önemini hızla kavramsallaştırma girişimlerinde bulunulmuş ve bu girişimler devam etmektedir. STEM, Eğitim ve araştırmalarda çok popüler oldu. Ancak STEM eğitiminde deneye dayalı araştırmaların etkilerine çok ihtiyaç vardır. Bu koşullar altında STEM eğitiminin popülaritesi olumsuz etkilenmiştir. STEM eğitimi hakkında pek çok yaklaşım ve uygulama mevcuttur. STEM eğitiminde başarıya ulaşmak için, doğası ve unsurlarının (fen, teknoloji, mühendislik, matematik) anlaşılması, bu alanlarda bilgi sahibi olunması ve STEM için önemli olan becerilerin kazandırılması gerekmektedir. Bu nedenle STEM eğitiminde doğru uygulama ve yaklaşımların sağlanması için öğrenciler, öğretmenler ve STEM'in diğer paydaşları tarafından STEM farkındalığı kazandırılmalıdır.

Öğretmenler, STEM eğitiminin bel kemiğidirler. STEM eğitimini kendi anlayışlarıyla öğrenip geliştireceklerdir.

1.1. Araştırmanın Problemi

Amerika Birleşik Devletleri 1990 yılından bu yana STEM eğitim yaklaşımının ortaya çıkmasında dünyaya öncülük etmektedir. STEM eğitimi gelişmekte ve tüm dünyaya yayılmaktadır. Türkiye'de bu yaklaşım son zamanlarda popüler hale gelse de yeterince yaygınlaştığı söylenemez. Milli Eğitim Bakanlığı, Avrupa Okul Ağı tarafından yürütülen Scientix projesinin desteğiyle ilk olarak 2014 yılında STEM eğitimine odaklanmış ve STEM eğitiminin önemini vurgulayan bir rapor yayınlamıştır (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2016). STEM eğitimi, öğretmenler için yeni bir yaklaşım olduğu için Türkiye'deki eğitimciler tarafından gerektiği gibi benimsenememiştir. Bazı öğretmenler STEM ve uygulamaları hakkında yeterli bilgiye sahipken, bazıları STEM eğitim kurslarına

katılmakta ve eğitime nasıl entegre edilebileceği konusunda fikir sahibi olmaya çalışmaktadır.

Araştırmacıların ve eğitimcilerin sıklıkla karşılaştığı başlıca temel sorunlar vardır: Bunlardan ikisi, STEM etkinliklerinin veya STEM çalışma planlarının nasıl hazırlanacağı ve STEM'in sınıflarda nasıl uygulanacağıdır. Bu nedenle STEM ilkelerinin temelini oluşturan STEM etkinliklerinin ve ders planlarının hazırlanması eğitimde sorunlu bir konudur. Uygun STEM ders planları ve etkinlikleri geliştirilirse, öğretmenler bu materyalleri STEM ilkelerini yönergelerine entegre etmek için kullanabilirler (Yalçın, 2019).

Literatür incelendiğinde birçok çalışma STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarını olumlu yönde etkilediği ve öğrencilerin STEM eğitimine yönelik olumlu tutumlara sahip olduğunu göstermektedir. Yapılan araştırmaya göre STEM eğitimi öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirmekte ve öğrencilerin mühendislik sürecini anlamaları üzerinde olumlu etkilere sahiptir (Herdem & Ünal, 2017). Ayrıca, öğrencilerin STEM derslerini daha eğlenceli, faydalı ve akılda kalıcı bulduklarını ve bu nedenle STEM etkinliklerine daha fazla katılmak istediklerini bildirmiştir (Milli Eğitim Bakanlığı (MEB, 2018). Öğrenciler STEM etkinliklerine yönelik olumlu tutumlar ifade etmektedirler (MEB, 2018). Başka bir araştırma, STEM eğitiminin öğrencilerin matematik başarısını artırdığını, STEM'e karşı tutum ve bilimsel süreç becerilerinin olumlu yönde etkilendiğini göstermektedir (Yıldırım & Altun, 2015). STEM etkinliklerinde aktif katılım yaygın olduğu için öğrenciler başarılarını artırmakta ve fen dersleri hakkında olumlu görüşlere sahiptirler (Güneş & Karaşah, 2016). Bu nedenle öğrencilerin başarılarını artırmak için STEM etkinliklerinin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır.

STEM etkinliklerinin önemli bir parçası olan fizik eğitimine verilen önemin giderek artması nedeni ile bu alanda yapılan çalışmaların fizik eğitiminin niteliğini arttıracağını söylemek mümkündür. Fizik eğitimi alanında yapılan çalışmaların değişen ve gelişen çağın şartlarına uygun bir şekilde STEM gibi bütün dünyaca önemsenen bir yaklaşımla entegre edilmesi gerektiği söylenebilir. "*Bu sürece katkı sağlamak amacıyla alan eğitimine yönelik ulusal ve uluslararası çalışmaları içeren araştırmaların ülkemiz eğitim-öğretim ihtiyaçları açısından incelenerek öncelikli araştırma konu alanlarının belirlenmesi gerekmektedir"* (Soslu, 2013). Cohen ve Manion (1990) bir alanda yürütülen çalışmaların bir araştırmada analiz edilip, analiz sonuçlarının değerlendirilmesi ve düzenlenmesi ile çalışmalardan

yararlanma açısından uygulamaya yönelik yararlar sağlayacağı ve ilgili alanlarda çalışma yürütmek isteyen araştırmacılara da rehberlik edeceğini belirtmişlerdir (Soslu, 2013).

STEM yaklaşımını geliştirmeye katkıda bulunmak umuduyla yapılan bu çalışmada, Fizik Eğitimi alanında yapılan STEM çalışmalarının amaçları, türleri, belli bir süre zarfında kaç adet çalışıldığı, yıllara göre dağılımı, nerelerde çalışıldığı, araştırma yöntemleri, örneklemi, çalışılan grupları, veri toplama araçları, değişkenleri, çalışılan konuları, temel alınan yaklaşımları, sonuçları ve önerileri analiz edilmiştir.

Bu bağlamda fizik eğitimi alanında yapılan STEM çalışmalarının analiz edilmesi amacıyla yapılan bu çalışmanın akademik açıdan fayda sağlayabileceği düşünülmektedir.

1.1.1 Araştırmanın Problem Cümlesi

2017-2021 yılları arasında, Türkiye'de fizik eğitiminde STEM alanında yazılmış olan lisansüstü tezlerin aşağıdaki alt problemlerde belirtilen değişkenler açısından durumu nasıldır?

1.1.2 Araştırmanın Alt Problemleri

2017-2021 yılları arasında Türkiye'de fizik eğitiminde STEM alanında yazılmış olan 44 adet lisansüstü tezlerinde;

1. Fizik eğitimi alanında yapılan STEM çalışmalarının amaçları nelerdi?

2. Fizik eğitimi alanında yapılan STEM çalışmalarının çalışma türü nelerdir ve kaç adettir?

3. Fizik eğitimi alanında yapılan STEM çalışmalarının yıllara göre dağılımı nasıldır?

4. Fizik eğitimi alanında yapılan STEM çalışmalarının yapıldığı enstitüler hangileridir?

5. Fizik eğitimi alanında yapılan STEM çalışmalarının kullandığı araştırma yöntemleri nelerdir?

6. Fizik eğitimi alanında yapılan STEM çalışmalarının örnekleme çeşitleri nelerdir?

7. Fizik eğitimi alanında yapılan STEM çalışmalarının çalışılan grupları nelerdir?

8. Fizik eğitimi alanında yapılan STEM çalışmalarındaki veri toplama araçları nelerdir?

9. Fizik eğitimi alanında yapılan STEM çalışmalarında çalışılan değişkenler nelerdir?

10. Fizik eğitimi alanında yapılan STEM çalışmalarında çalışılan fizik konuları nelerdir?

11. Fizik eğitimi alanında yapılan STEM çalışmalarında temel alınan yaklaşımlar(strateji)/metodlar nelerdir?

12. Fizik eğitimi alanında yapılan STEM çalışmalarındaki istatistik analiz yöntemleri nelerdir?

13. Fizik eğitimi alanında yapılan STEM çalışmalarının sonuçları nelerdir?

14. Fizik eğitimi alanında yapılan STEM çalışmalarının önerileri nelerdir?

1.2.Araştırmanın Amacı

Yapılan çalışmanın amacı fizik eğitiminde STEM alanında yapılan çalışmaların çeşitli boyutlardan incelenmesi ve değerlendirilmesidir. Bu çalışmanın sonucunda elde edilen bulguların 21. yüzyıl becerilerinin gelişiminde önemli rolü olan STEM alanındaki literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu amaç doğrultusunda, 2017-2021 yılları arasında Türkiye'de fizik eğitiminde STEM alanında yapılmış olan lisansüstü tezlerinde; çalışmaların amaçları, sonuçları, önerileri, türü ve adetleri, yıllara göre dağılımları, çalışılan enstitüler, kullanılan araştırma yöntemleri, kullanılan örnekleme çeşitleri, çalışma grupları, kullanılan veri toplama araçları, istatistik analiz yöntemleri, fizik dersi konu dağılımları ve temel alınan yaklaşımlar(strateji)/metodlar analiz edilmiştir.

Bu çalışmada, Türkiye'de 2017-2021 yılları arasında fizik eğitimi alanında yapılan STEM tez çalışmalarına, YÖK Ulusal Tez Merkezinden ulaşılmıştır. 37 adet yüksek lisans ve 7 adet doktora olmak üzere 44 adet lisansüstü tez incelenmiştir.

Türk eğitim sistemi ile ilgili yapılan çalışmalarda özellikle son dönemde program geliştirme faaliyetlerinde STEM eğitimine ağırlık verilmeye başlandığı görülmektedir (Sarıca, 2020). Ülkemizde STEM'in eğitim ortamlarında nasıl uygulanacağı konusunda netlik yoktur (Sarıca, 2020). Akademik alanda ise STEM eğitimi ile ilgili çalışmalar

başlatılmış ve devam etmektedir. Ulusal literatür tarandığında bu karşılaşılan bir durumdur. Çalışmaların büyük çoğunluğunun belirli disiplinlerle ilgili olduğu ve belirli bir eğitim düzeyinde yoğunlaştığı görülmektedir. Ayrıca çalışmaların STEM eğitimi ile ilgili bir ürün veya çıktı ortaya koymaktan çok görüşlere odaklandığı anlaşılmaktadır. Gelinen noktada bu durumlar bir zorunluluk olarak görülmekte ve ülkemizde yürütülen STEM çalışmalarının kapsamlı bir şekilde incelenmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir. Bu noktadan hareketle yapılan bu çalışmanın amacı, Türkiye'de fizik eğitimi alanında yazılmış STEM çalışmalarını içeren lisansüstü tez araştırmalarını yukarıda bahsi geçen değişkenler açısından incelemektir.

1.3. Araştırmanın Önemi

Bu çalışma, fizik eğitimi alanında yapılmış STEM çalışmalarının incelenip, gelecekte yapılacak olan çalışmalara ışık tutması açısından önemlidir.

Son yıllarda bilimde ve teknolojideki gelişmeler dünyayı hızlı bir değişime zorlamaktadır. 21. yüzyıl dünyasında başarılı olabilmek için insanların bazı becerilere sahip olmasını gerektirir. Öğretmenlerin, eğitim alanındaki uzmanların ve iş insanlarının görüşleri ve girdileriyle geliştirilen bu beceriler, bilgi okuryazarlığı, iş birliği, iletişim, yaratıcılık, yenilikçilik, problem çözme becerileri ve sorumlu vatandaşlıktır. Hem ulusların hem de kurumların gelecekteki refahı, elde ettikleri yeniliklere bağlıdır. Geleceğin ekonomisinin itici gücü yenilikler olacak. 21. yüzyıldaki başarılar, bilim ve teknolojideki ilerlemelerle elde edilecektir. İnsanlar ve organizasyonlar arasındaki bağlantılar, farklı bakış açıları ve diğer sosyal etkileşimler yeniliğe teşvik etmede önemlidir. Bu nedenle eğitim sistemlerinin amaçlarından biri de yenilikçi bireyler yetiştirmek olmuştur. Bu hedefe ulaşmanın yolu, insanları dijital çağın ihtiyaçlarına göre eğitmektir. İçinde bulunduğumuz çağ, teknoloji, fen, mühendislik ve matematik bileşenleri olan STEM eğitimi tarafından yönlendirilmektedir. 21. yüzyıl eğitim becerileri ile fen, teknoloji, mühendislik ve matematik bilgisi iç içe geçtiğinde STEM eğitimi ortaya çıkmıştır. STEM eğitimi çok önemlidir ve her bir STEM alanı eşit öneme sahiptir (Çepni, 2018).

Öğrencilerin STEM alanlarında derin bilgiye sahip olmaları, bunları günlük yaşamlarında kullanma becerileri ve motivasyonları STEM eğitimi ile mümkün olacaktır. Ancak bu, STEM ile uğraşan kişiler ve STEM eğitiminin uygulayıcıları olan öğretmenler tarafından gerçekten anlaşıldığında gerçek anlamda başarılabilir. STEM eğitimini anlamak, STEM'in her alanını anlamaya bağlıdır. STEM alanlarını anlamanın yolu, fen, teknoloji,

mühendislik ve matematik bilimlerinin benzerliklerini, farklılıklarını ve ortak yönlerini sorgulamayı gerektirir.

STEM'in ne anlama geldiğinin farkında olmak, STEM alanları arasındaki ilişkilerin farkında olmaktır. Bu farkındalık hem teoride hem de pratikte kendini göstermelidir. Bu yüzden STEM eğitimi uygulayanların hem STEM alanlarına ilişkin bilgi sahibi olmaları hem de STEM'in günlük yaşamdaki uygulamalarına hakim olmaları önemlidir.

Bu araştırmada, Türkiye'de fizik eğitimi üzerine yazılmış STEM çalışmaları ile ilgili lisansüstü tezler incelenmiş ve bu çalışmalarda ele alınan konular, kullanılan araştırma yöntemleri, tercih edilen çalışma grupları ve veri toplama araçları, çalışmaların sonuçları, bu çalışmaların benzer ve farklı yönleri belirlenmiştir. Dolayısıyla bu kadar detaylı bir değerlendirmenin ilgili literatüre katkı sağlayacağı ve mevcut çalışmaların durumunu/eğilimlerini ortaya koyacağı açıktır. Aynı zamanda bu çalışmanın fizik eğitimi alanında yazılmış STEM çalışma literatürüne bütüncül bir bakış açısı sunacağı, araştırmacılara kolaylık sağlayacağı ve literatürün eksikliklerini görerek yeni bakış açıları geliştirme fırsatı sunacağı öngörülmektedir. Böylece ilgili literatürde, birbirinin tekrarı olarak yapılmış çalışmalardan ziyade, konunun incelenmemiş farklı yönlerine odaklanma imkanı sunacaktır. Fizik eğitimi ve STEM eğitimine ilişkin mevcut durumumuza yansımaları içermesi açısından Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) bünyesindeki ilgililere bu konudaki çalışmalarına ve uygulamalarına rehberlik edebilecektir.

STEM eğitimi ile yapılan çalışmalar özelde STEM alanları olan fen, matematik, teknoloji ve mühendislik eğitimine genel olarak bakılacak olursa da ülke ekonomisine katkısı olacağı düşünülmektedir (Soysal, 2019). Bu nedenle bu araştırmadan elde edilen bulguların da eğitimin niteliğine, ilerde yapılacak araştırmalara ve dolaylı olarak ülke ekonomisinin gelişmesine katkısı olacağı ön görülmektedir.

1.4.Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu araştırma;

1. Fizik eğitiminde STEM alanında, 2017 yılından 2021 yılına kadar yapılan doktora ve yüksek lisans tezleri ile sınırlıdır.

2. Farklı alanlarda çalışılmış ancak fizik konularını barındıran tezler ile sınırlıdır.

3. YÖK Elektronik Tez Arşivi'nde, adında " FeTeMM " , "STEM" ve "Fizik Eğitimi" ifadelerini içeren tezlerle sınırlıdır.

4. Veri kaynağı, Yüksek Öğretim Kurumunun (YÖK) Elektronik Tez Arşivi (http://tez.yok.gov.tr/) ile sınırlıdır.

5. YÖK' ün Elektronik Tez Arşivi' nde erişilebilen ve izinli olan lisansüstü tezler ile sınırlıdır.

1.5. Araştırmanın Varsayımları

Araştırmada doküman analizi yapılmış olup, 2017-2021 yılları arasında Türkiye'de fizik eğitiminde STEM alanında yapılmış olan lisansüstü tezlerin amaç, bulgu, çalışmaların türü ve adetleri, yıllara göre dağılımları, çalışılan enstitüler, kullanılan araştırma yöntemleri, kullanılan örnekleme çeşitleri, çalışma grupları, kullanılan veri toplama araçları, değişkenleri, fizik dersi konu dağılımları, temel alınan yaklaşımlar(strateji)/metodlar, sonuç ve önerileri yansıtılmıştır. Seçilen dokümanların içeriğinin araştırma amacına hizmet etmede yeterli olduğu varsayılmıştır.

1.6. Tanımlar

STEM : Fen (Science), Teknoloji (Technology), Mühendislik (Engineering) ve Matematik (Mathematics) kelimelerinin İngilizce baş harflerinden oluşmuş bir kısaltmadır (Karamustafaoğlu, Tezel, & Sarı, 2018).

FeTeMM: Türkiye'de fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarının baş harfleri alınarak STEM, FeTeMM kısaltması ile kullanılmıştır (Karamustafaoğlu ve diğ., 2018).

2. KURAMSAL ÇERÇEVE

2.1. Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM)

STEM; fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin kısaltmasıdır(Çepni, 2018). İlk olarak 1990 yılında Amerikan Ulusal Bilim Vakfı (NSF) tarafından fen, matematik, mühendislik ve teknolojiyi ifade etmek için SMET kısaltması kullanılmış ancak NSF tarafından tekrar STEM olarak değiştirilmiştir (Tezsezen, 2017). Önemli olan STEM' i anlamak ve tanımlamaktır, STEM alanlarının tanımlarını bir araya getirmek değildir. Daha çok dikkat edilmesi ve üzerinde durulması gereken konular, bu alanları bir arada tutan şeylerdir. Ancak, sadece sahip oldukları ortak özellikler değil, aynı zamanda farklı olan bu alanların özellikleri onları STEM olarak bir arada tutar. Bu dört alan birbirini tamamlar ve birbirinin gelişimini destekler. STEM, öğrencilere fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin ayrı bilgi parçalarıyla uğraşmak yerine bu alanlarla bütünleşik bir şekilde ilgilenmelerini sağlar (Çepni, 2018).

STEM alanlarının günlük hayatımızda doğal olarak etkileşimi vardır. Günlük ihtiyaçlarımızı karşılarken STEM alanları birbirinden ayrılmıyor. Tüm STEM alanları profesyonellerinin kendi mesleklerine özgü bilgilerinin yanı sıra STEM'in diğer alanları hakkında da bilgi sahibi olmaları gerekir. Bir bilim insanının deneyleri daha iyi yapabilmesi için STEM'in tüm alanlarını anlaması gerekir veya bir mühendis fen, teknoloji, mühendislik ve matematik bilgi ve becerilerini bütünleştirmeden tasarım ve uygulamalarda iyileştirme yapamaz (Breiner, Harkness, Johnson, & Koehler, 2012). Dolayısıyla her bir STEM alanının kavram ve ürünlerinden yararlanmadan fen, teknoloji, mühendislik ve matematiği bireysel olarak gerçekleştirmek mümkün değildir. STEM'in anlamını daha iyi anlamak için, her alanın tanımları örneklerle verilerek STEM alanları arasındaki ilişkiler tartışılacaktır.

Her şeyden önce matematik her zaman bilimin dili olarak kabul edilmiştir (Guillen, 2001). Bilimsel bilginin açıklanmasında ve paylaşılmasında önemli bir role sahiptir. Bir cisme kuvvet belli bir süre uygulandığında o cisim kuvvet doğrultusunda hızlanır demek yerine; bu bilimsel bilgiyi $\vec{F} \times \Delta t = m \times \Delta \vec{v}$ şeklinde ifade etmek için evrensel bir dil kullanılır. Bilimsel bilgi matematik yoluyla aktarılır. Gerçekten de bilim, matematiğin araştırılması için ilginç problemler üretir ve matematik, bilimsel verileri anlamlı kılmak

için bilime önemli araçlar sunar (Turgut, 2007). Matematik, bilimden elde edilen veriler, ölçümler ve gözlemlerle ilgilenen, tümdengelim ve ispat ile çıkarım yapan önemli bir disiplindir (Bound, Braga, Khanna & Turner, 2021). Matematik aynı zamanda bilim, teknoloji, mühendislikte mantıksal düşünme ve modeller kullanarak problem çözmelerine yardımcı olan bir araçtır. Matematiksel düşünmenin doğasını anlamak ve temel matematiksel fikir ve becerilere aşina olmak bilimsel okuryazarlık için gereklidir (Guillen, 2001).

Bilim kanıtlara dayalı sistematik bir metodolojiyi izleyerek, doğal ve sosyal dünyanın bilgi ve anlayışının takibi ve uygulanmasıdır (Özmen & Karamustafaoğlu, 2019). Bilimin bir başka tanımı da bilimin dünya hakkındaki gerçeklerin toplamı olmadığını vurgular; bu yol mantıklı düşünme ve sürekli sorgulamayı temel alan düşünme ve araştırmadır (Irwin, 2001). Her iki bilim tanımı da bilim yaparken bazı becerilerin önemini açıklar. Matematiğin doğası ile çok ilgili olan bu beceriler, anlama ve mantıksal düşünmedir. Çünkü en basit anlatımıyla matematik, örüntüler ve ilişkiler bilimidir ve mantığa dayanır. Bu nedenle, örüntüleri ve ilişkileri keşfederek doğal bir olayın arkasındaki bilimi anlamada matematiğin büyük bir rolü vardır.

Ancak ne bilim ne de matematik teknolojiden soyutlanamaz. Teknoloji, mühendisler tarafından ihtiyaç ve isteklerimizi karşılamak için oluşturulan ürün ve süreçlerden oluşur. Bilim ve teknoloji, meslek alanları itibariyle birbirini tamamlayan parçalardır. Bilim, doğal dünyaya anlayışla bakar; teknoloji ise insan yapımı dünya ile ilgilenir (Nathan, Atwood, Prevost, Phelps & Tran, 2011). Bu anlamda teknolojinin bilim tarafından gözlenen ve açıklanan doğal dünyadan esinlendiği söylenebilir. Örneğin kuşlar incelenerek uçaklar tasarlanıyor.

Yine de unutulmamalıdır ki mühendislik, doğa kaynaklarının insanlığın yararına kullanılması için dönüştürülmesi bilimin uygulanması ile gerçekleşir. STEM'in bu alanı, bilimi matematik araçlarını kullanarak uygular ve teknolojiyi insanlığın ve doğanın yararına sunar. Kahraman, Ertutar ve Girgin (2009)' a göre mühendislik, matematik ve doğa bilimlerine ilişkin çalışma, deneyim ve uygulama yoluyla kazanılan bilgilerin, malzeme ve malzemeyi ekonomik olarak kullanmanın yollarını geliştirmek için sağduyuyla uygulandığı meslektir. Mühendislikte bilim modellenirken, matematikte bir alan bulmaktadır. Teknoloji, mühendislik tasarımının nerdeyse her adımında yer almaktadır. Fen, teknoloji, matematik ve mühendislik arasındaki ilişkilerinin bir sonucu

olan biyolojik olarak esinlenilmiş malzeme ve cihazlar geliştirmek için doğanın tasarım ilkelerini kullanan biyolojiden ilham alan mühendislik enstitüleri vardır. 21. yüzyılda hayatın her alanında bu gelişmeler STEM alanlarındaki doğal etkileşimin etkisini gün yüzüne çıkarmayı hızlandırmıştır.

STEM alanları daima bir etkileşim içerisinde olmuş ve yaşam alanları her zaman bu alanların etkileşimi ile gerçekleştirilmiştir. Örneğin, yüzyıllardır parfüm üretimi için parfüm yapımında kullanılan koku maddelerinin birçok yönünü dikkate almaktadır. Bilimsel verilere dayalı olarak alınması gereken kararlar vardır. Parfüm gülden yapılacaksa güneş dünyayı ısıtırken gülün içindeki kokulu partiküllerin buharlaşması nedeniyle güller sabah 10' dan önce toplanmalıdır. Öte yandan bir parfümde içerik olarak kullanılacak olan koku maddelerinin oranı da farklı parfümlerin yapılmasında anahtar rol oynamaktadır. Bu sürece kadar, kokulu maddelerin kimyasını bilen ve kokulu maddeler arasındaki ilişkileri ve oranları ürünün farklı miktarlarına göre ayarlayabilen ve oranları hesaplayabilen bu konuda yetkin birinin olması gerektiği görülmektedir. Parfüm, üretim sürecinde en iyisini yapabilmek için elinden gelenin daha fazlasına ihtiyaç duyar. Bir kısmı parfüm üretimine özel, bir kısmı da hayatın birçok alanında kullanılan bilgisayar yazılımları gibi genel teknolojiler olan teknolojilerin kullanılması kaçınılmazdır. Ayrıca üretimden sonra daha iyi ürünler yapmaya veya daha iyi sonuçlar almaya ihtiyaç duyulacaktır (Demir, Timur & Gürsoy, 2020).

Bu anlamda fen, teknoloji, mühendislik ve matematik iş birliğine kesin bir ihtiyaç vardır. Örnekte de görüldüğü gibi STEM'in gerçek hayat uygulamaları doğal entegrasyon içerisindedir, ancak okullarda bu şekilde uygulanmamaktadır (Tezsezen, 2017). Öğrenciler genellikle fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarındaki bilgi ve uygulamalarla ilgilenirler. STEM alanlarından birinde uzmanlaşmış öğretmenlerin yardımıyla farklı kurslar oluşturulabilir. Örneğin, matematik öğretmenleri öğrencilere yalnızca kağıt üzerinde problemler çözdürerek ileri düzey hesaplamalar yaptırarak, problem çözme becerileri kazandırmaya çalışır veya bir fen bilgisi öğretmeni, bir fenomeni arkasındaki matematiği ortaya koymadan açıklamaya çalışabilir. Konuların branş bazında sınıflandırılması nedeniyle öğretmenler belirli konuları kendi sorumlulukları, diğer konuları ise öbür ders öğretmenlerinin sorumlulukları olarak görmeye başlar. Bundan dolayı teknoloji ve mühendislik iş birliği görülmüyor hatta düşünülmüyor bile. Dolayısıyla,

STEM alanlarını matematik, fen, teknoloji ve mühendislik olarak ayırmak, STEM alanlarının bütünleştiriciliğine gölge düşürmektedir.

Fen, mühendislik, teknoloji ve matematik profesyonelleri de okullarda olduğu gibi fizik, kimya, matematik gibi konularını ayırmadan bütünleşik olarak STEM eğitimi temelli ders uygulayabilirler. Örneğin, mühendisler elde edilen ürünler için en elverişli olduğu durumu ararlar ve ürünün son durumu için önce bir prototip oluşturur ve bilgisayarda bir model yapıp test ederler. Dikkate alınacak değişken ve faktörler eklenir; bu değişken ve faktörler, bilimsel araştırmalar ışığında standart duruma getirilir. Sonrasında bu değişkenler arasında değişimler yapılarak ideal tasarımlar üzerinde çalışmalar sürer. Bundan dolayı gerçek hayat uygulamalarında fen, matematik, mühendislik ve teknoloji birbirinden ayrılamaz bir bütündür.

STEM örnekleri ve tanımları gösteriyor ki, STEM'in bütün alt alanları, problemleri çözmek için akıl yürütme ve sorgulama yaparak bir bütün olarak gelişir. Yeniliğe açık olan bu çalışmalar büyük çaba gerektirir, bu da bize STEM alt alanlarının iş birliği ve entegrasyonuna ihtiyaç olduğunu gösterir. İnovasyon veya yenilik, izolasyona nadiren ihtiyaç duyar ve son derece etkileşimli ve çok disiplinli bir süreçtir. Bu nedenle STEM'i anlayan ve değer veren öğretmenlere okul yıllarında iş birliği ve entegrasyon becerilerinin kazandırılması önemlidir (Brown, R., Brown, J., Reardon, & Merrill , 2011). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin paralel doğası, bu alanları bir bütün olarak öğretip, öğrenmemizi sağlayacak bir öğrenme ortamının gerekliliğine işaret etmektedir.

2.2. STEM Eğitimi

STEM eğitimi, öğrencilerin problemleri araştırıp araştırdıkları ve gerçek dünyadaki hadiselerin kanıt temelli açıklamalarını oluşturdukları öğrenci merkezli bir öğrenme ortamı oluşturmak için fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin ve ilişkili uygulamalarının kasıtlı olarak bütünleşmesidir (URL-1, 2021).

Hızla küreselleşen ve değişen dünyada mevcut problemlerin multidisipliner olduğu ve çoğunun çözülmesi için fen, teknoloji, mühendislik ve matematik kavramlarının entegrasyonuna ihtiyaç duyulduğu belirtilmektedir. Ayrıca günümüz dünyasının teknoloji ile oldukça etkileşimli bir ilişkisi olduğu söylenebilir. Bybee (2014), toplum olarak teknoloji ve mühendislik hakkında çok az şey bilindiğini belirtmektedir. Sadece iyi bir bilgisayar kullanıcısı olmaktan ziyade bu sınırlı teknoloji anlayışının üstesinden gelmenin;

mühendislik, tasarım süreçleri, teknoloji, mühendisliğin temel kavramları, teknolojinin toplumdaki sınırları ve olanakları hakkında bilgi edinme fırsatları sağlanmalıdır. STEM uygulamaları yapılırken teknoloji, diğer STEM alanlarında her zaman etkin rol alan ve dinamik bir çalışma alanı olarak karşımıza çıkmaktadır. STEM eğitimi, 21.yy iş yerlerinin ekonomik ve sosyal ihtiyaçlarını karşılamada önemli bir çözüm yolu olarak kabul edilmektedir. Bütünleşik STEM eğitiminin önemi ve buna olan ihtiyaç vurgulanırken okullarda STEM alanlarının bölümlere ayrılmış sistemi dikkatleri üzerine çekmiştir. STEM'in alanları özünde birleşiktir ve okullarda bu şekilde sunulmalıdır (Tezsezen, 2017). Şu bir gerçektir ki, eğitim ile sosyal, kültürel ve ekonomik faktörler arasındaki dinamikler döngüseldir. Günümüz dünyası için eğitim ile dünyanın ihtiyaçları arasındaki ilişki, eğitimde STEM'in önemini vurgulamaktadır.

Eğitimin temel amaçlarından biri her zaman bireyi bir meslek sahibi yapmak veya mesleğe uygun olarak yetiştirmek olmuştur. Öte yandan STEM eğitimi, öğrencilerin gerçek veriler ile problem durumlarının, günlük yaşamdaki etkileri üzerinde çalışarak öğrenmeleri için teori ve pratiğin müfredat boyunca bütünleştirilmesi gerektiğini savunmaktadır. Bu anlamda, farklı kavramlar ve bu kavramların günlük yaşamdaki karşılıkları arasındaki ilişkilerin eğitim sistemi içinde olması büyük önem taşımaktadır. STEM'in okullarda bütüncül olarak ele alınması, okullarda kullanılacak gerçek yaşam uygulamalarına katkıda bulunabilir. Çünkü eğitimde STEM'in amacı, STEM alanlarını bütünleştirerek eğitim sistemindeki her bir bireyi bir mühendis veya bilim insanı olarak yetiştirmektir (Tezsezen, 2017). 21.yüzyılda artık formül ezberleme ve rakam yerleştirme günleri geride kalmıştır.

20. yüzyılda meydana gelen olaylarla başlamak, bu yüzyılın ihtiyaçlarındaki değişimi anlamada yardımcı olabilir. 20. yüzyıl aslında birçok teknolojik gelişmenin yüzyılı ve bilgi çağının başlangıcıydı. Bu anlamda 20. yüzyıl, sanayi çağından bilgi çağına geçiş aşamasıdır. 20. yüzyılın potansiyelleri ve fırsatları düşünüldüğünde, özellikle 20. yüzyılın başlarında hiçbir bilgi ve birikim bugünkü kadar erişilebilir değildir. Günümüz bilgisayarlarına en çok benzeyen bilgisayarlar 20. yüzyılın üçüncü çeyreğinde ortaya çıkmış ve internet birkaç bilgisayarla sınırlı kalmıştır. İnternetin yaygın kullanımı yirminci yüzyılın son çeyreğinde başlamıştır. Bu ve bunun gibi birçok teknolojik gelişmenin bir sonucu olarak bu alandaki gelişmeler, 1990 ile başlayan ve günümüzde de devam eden çağın bilgi çağı olarak adlandırılmasına neden olmuştur. Bilgi çağı, bilimdeki ilerlemeler

ve teknolojideki gelişmeler sonucunda endüstri çağının ihtiyaçlarından farklı ve kendine özgü ihtiyaçları olan bir dünya meydana getirmiştir. Bu ihtiyaçlar doğrultusunda farklı meslekler ortaya çıkmış ve mevcut mesleklerin alanları uzmanlık alanları olmuş veya genişlemiştir. Örneğin; teknoloji, mühendislik, fen ve matematiğin saf birleşimini temsil eden nanomekanik: deneysel ve analitik hesaplama teknikleri kullanarak nano ile makro ölçekte mühendislik ve biyolojik malzemelerin mekanik özelliklerini araştırır. Farklı çalışma alanlarının iş birliğine ve entegrasyonuna ihtiyaç duyan nanomekanik gibi birçok araştırma alanı vardır. Buna göre bu alanlarda araştırma yapabilmek ve yenilik oluşturmak için bu amaca hizmet edecek insan kaynağına ihtiyaç vardır(Çepni, 2018).

Sonuç olarak bilgi çağı eğitimde 21.yüzyıl becerileri kavramının ortaya çıkarmıştır. Bu beceriler dört kategoride tanımlanabilmektedir: 21. yüzyıl Temaları ve İçerik Bilgisi, Yenilik ve Öğrenme, Medya ve teknoloji, Bilgi, Yaşam ve Kariyer Becerileri (Yalçın, 2018). 21. yüzyıl öğrencilerinden beklenen bazı çıktılar; işbirlikçi olmak, farklı alanlarda okuryazarlık gerektiren küresel sorunları anlamak, yurttaşlık meselelerine etkin bir şekilde katılmak, yaratıcı düşünmek ve çalışmak, yenilik yapmak, bilgiye erişmek ve değerlendirmek, medyayı analiz etmek ve teknolojiyi etkin bir şekilde uygulamak (Kingsley & Grabner-Hagen, 2015). Bu anlamda STEM eğitimi, 21. yüzyıl öğrenenlerinin ihtiyaçlarını karşılamada önemli hale gelmiştir. Belirli bir konu ile ilgili formülün ne olduğu sorusunu bilmek artık yeterli değildir. Öğrencilerin bu formülü neden kullandıklarını, formüldeki sayılar veya cebirsel ifadeler arasındaki ilişkileri ve bu formülün neden işe yaradığını bilmeleri gerekir. Bu yüzyılda ayakta kalacak daha önemli beceriler şunlardır: Hipotez kurabilmek, bir deney tasarımı yapabilmek ve yürütebilmek, veri toplamak, analiz ve yorumlamak, Sonuç çıkarıp bu sonuçları gerekçelendirebilmek. Bu becerileri gerçekleştirirken başkalarıyla iletişim ve paylaşım da çok önemlidir (Muşlu Kaygısız, Benzer & Uçar, 2017).

21. yüzyılda artan bilgi ve birikimin bir sonucu olarak insanlar hem küçük ölçeklerde hem de küresel ekonomide rekabet edebilmek için insan iş birliğine geçmişte olduğundan daha fazla ihtiyaç duymuşlardır. En az iki STEM alanının ortak çalışmasıyla oluşturulan bilgi, beceri ve inançlar STEM eğitiminin ürünleridir (Corlu, Capraro, & Capraro, 2014). Öte yandan, işverenlerin STEM eğitiminden beklentileri yalnızca gerçeklerle ve temel becerilerle dolu öğrenciler yetiştirmek değil; temel becerilerini iş hayatında kullanma becerisine sahip öğrencilerdir. STEM alanları arasındaki doğal

etkileşim ve 21. yüzyıl becerilerine sahip olmanın önemi, insanları STEM alanlarının konularını bütünleşik olarak öğretmeyi düşünmeye yöneltti. Günümüz insanı ve gelecek nesiller için STEM alanlarının gerçeklerini öğrenmekten çok STEM' i uygulayabilmek daha fazla önem kazanıyor. Bu nedenle STEM eğitimi, ulusların eğitim sistemlerinde önemli rol üstlenmektedir.

Ancak STEM, her okuyucunun aynı şeyi anladığı basit bir kısaltma değildir. STEM, farklı gruplardan insanlarla etkileşime giren bir kavramdır. Bunlara: girişime yatırım yapan devlet yetkilileri, STEM eğitiminin uygulayıcısı olan öğretmenler, çocukları için en iyi eğitimi arayan ebeveynler, STEM alanlarına para harcayan iş adamları ve STEM eğitiminin merkezinde yer alan öğrenciler örnek olarak verilebilir (Tezsezen, 2017). Bu nedenle STEM eğitiminin farklı insan grupları için farklı anlamları vardır. STEM ve STEM eğitiminin tanımı, cevabı nerede aradığınıza göre değişir (Tezsezen, 2017). STEM eğitimini okullarda fen, teknoloji, matematik ve mühendisliğin yeni bir disiplinler arası derse entegrasyonu olarak tanımlanmaktadır. STEM eğitimi ve öğretmen hazırlığı konusunda uzmanlarla yapılan görüşme sonuçlarına göre STEM eğitimi genellikle içerik bilgisi sunmanın yeni bir yolu; dört STEM disiplini arasındaki sınırları ortadan kaldıran ve gerçek dünyaya, projeye dayanan disiplinler arası bir yaklaşım olarak tanımlanır. Bu anlamda, STEM eğitiminin son zamanlarda büyük ilgi görmesine karşın STEM'in yeni bir konu olmadığını savunmaktadır. STEM eğitimi; eğitim sistemindeki bireyi gerçek hayatta bir mühendis olarak veya bir bilim insanına yakın seviyede yetiştirmek için fen, teknoloji, matematik ve mühendislik müfredatlarının bütünleştirilmesidir (Şapkan, 2019). STEM eğitimi başta fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) öğretmenleri olmak üzere tüm öğretmenlerin disipline özgü içeriğin bölünmediği, öğretme ve öğrenmeye bütünleşik yaklaşıldığı, okul düzeyinde yerleşik, standartlara dayalı, dinamik, akıcı bir çalışma olarak ele alınması gereken bir yaklaşımdır (Brown ve diğ., 2011). Eğitim açısından STEM eğitimi tanımlarında ortaya çıkan bazı ortak noktaların olduğu görülmektedir: STEM alanlarının entegrasyonu, STEM alanlarında iş birliği ve STEM'in gerçek hayattaki uygulamalarının önemi olarak sıralanabilir.

Bu nedenle öğrencilerden STEM eğitiminin parçalarını bir bilgi ve uygulamalar topluluğu olarak öğrenmelerinden ziyade, yaşadığımız bütünleşik dünyayı, STEM eğitiminin kazanımlarıyla anlamaları beklenmektedir. İlk amaç; öğrencilerin bu konuları öğrenmek zorunda kalmadan, STEM disiplinlerini öğrenmeye istekli hale getirmek için

STEM farkındalığı yaratmak olmalıdır. STEM eğitiminin bireye müfredatı gerçek hayatla ilişkilendirme yeteneğinden daha fazla katkı sağlayacağına inanılmaktadır. Ayrıca STEM eğitiminin öğrencilere problem çözme becerileri, eleştirel düşünme ve analitik düşünme kazandırdığı düşünülmektedir (Brown ve diğ., 2011). Bu becerileri kazanma yolunda STEM eğitimcileri anlatım temelli öğretim yöntemlerinin, sorgulama yaklaşımlı ve proje tabanlı öğretim yöntemleriyle değiştirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır (Ayverdi, 2018).

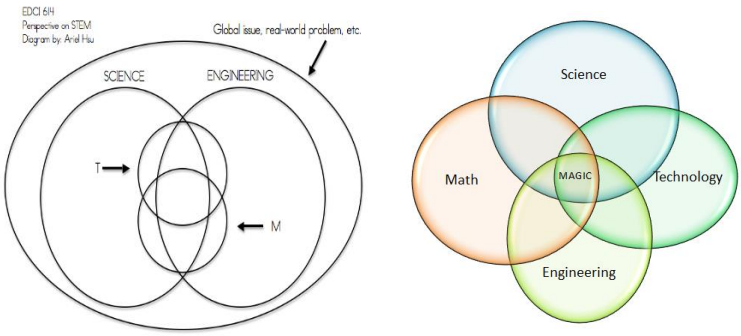
STEM eğitiminin, teorik tanımı için literatürde sıklıkla entegrasyon ve disiplinlerarası terimleri kullanılmaktadır. Entegrasyon kelime anlamı olarak bütünleşme ve uyumu ifade eder. Disiplinlerin entegre öğretimi için disipliner, multidisipliner, interdisipliner ve transdisipliner şeklinde yaklaşımlar önerilir. Aşağıda bu yaklaşımlar ve entegrasyon seviyeleri verilmiştir (Karamustafaoğlu ve diğ., 2018).

Disipliner: Her disiplin içinde barındırdığı kavram ve beceriler ile öğrenilir.

Multidisipliner: Bu kavram ve beceriler, ortak bir alan içerisinde birlikte öğrenilir.

İnterdisipliner: Disiplinlere yönelik sınırlar ortadan kalkar. Birbiriyle yakın ilişkili kavramlar ve beceriler, bilgi ve becerileri derinleştirmek amacıyla bütün disiplinlerden öğrenilir.

Transdisipliner: Disiplinler arasındaki sınırlar ortadan kalkar. Bütün disiplinlerden öğrenilen bilgi ve beceriler, gerçek hayat problemlerinde ve projelerde uygulanır, böylece öğrenme deneyimini şekillendirmeye yardımcı olur (Karamustafaoğlu ve diğ., 2018).



Şekil 1. Ariel Hsu Perspektifinden STEM Diyagramı

Şekil 1'de Ariel Hsu perspektifinden STEM diyagramında anlaşıldığı üzere, STEM disiplinlerinin öğretim programlarında ayrı ayrı disiplinler olarak yer alması durumunda,

disiplinler arasında yeterli bağlantı sağlanamamaktadır. Dolayısıyla birçok araştırmacı, etkili bir STEM eğitimi için disiplinler arasındaki sınırların kaldırıldığı entegre bir öğretimin gereğini vurgulamaktadır (Karamustafaoğlu ve diğ., 2018).

Entegre STEM eğitimi için her bir STEM alanının bilgi ve becerilerine ihtiyaç vardır. Bunlardan mühendislik alt alanı, mühendislik tasarım süreci ile fen ve matematik alanlarının yaratıcı uygulamalarını etkin, ekonomik üretilmesini ve işletilmesini sağalar.

2.2.1. Mühendislik Tasarım Temelli STEM Eğitimi

Mühendisliğin doğasında disiplinler arası bir yapı vardır ve mühendisler problemleri çözmek için fen ve matematiği kullanırlar (Karamustafaoğlu ve diğ., 2018).

Mühendislik tasarım yoluyla öğrenmede, öğrencilerin bir probleme teknolojik bir çözüm üretmek için hem fen hem de matematik hakkındaki bilgilerini kullanmaları ve entegre etmeleri gerekmektedir. Fen derslerinde, bilimsel araştırma ve sorgulamanın yanında mühendislik tasarımına öncelik verilmesi gerekmektedir(Long, Yen & Hanh, 2020).

Mühendislik tasarım, genel olarak problemin tanımlanmasıyla başlayıp bir takım kısıtlamalar ve kriterler doğrultusunda çözüm olarak istenilen performansta bir ürün ile son bulan bir süreçtir.

Mühendislerin bu süreçte yararlandığı birçok karakteristik adım vardır. Bunlar üç temel bileşen ile tanımlanabilir.

1. Problemlerin tanımlanması ve sınırlandırılması.
2. Olası çözümlerin geliştirilmesi.
3. Tasarım çözümünün en uygun hale getirilmesi.

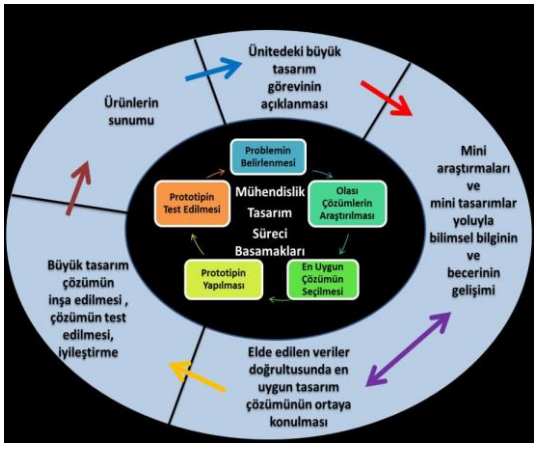
Sürecin karmaşık yapısı ilköğretim düzeyindeki yaş grupları için 5 adımlı tasarım süreci benimsenmektedir. Genel olarak profesyonel mühendislik tasarım süreci, bir düzineden fazla adımdan oluşmasına rağmen Boston bilim müzesi tarafından ilköğretim öğrencilerine yönelik basitleştirilmiş beş basamaklı bir süreç geliştirilmiştir.



Şekil 2. Boston bilim müzesi tarafından ilköğretim öğrencilerine yönelik basitleştirilmiş beş basamaklı STEM Etkinlik Döngüsü

Yukarıdaki şekil 2'de verilen bu süreç, ''sor'' aşamasında probleminin tanımlanmasıyla başlar.

Daha çok lise ve lisans düzeyi için önerilen 9 adımlı mühendislik tasarım sürecidir. Aşağıda Şekil 3'te özetlenen mühendislik tasarım süreci basamakları genellikle 6-10 ders saatlik süreci kapsayan döngü doğrultusunda ilk ders, mühendislik tasarım sürecinin ilk aşaması olan problemin belirlenmesi adımına karşılık olarak büyük mühendislik tasarım görevi açıklanır (Topalsan, 2018). Öğrenciler görevi gerçekleştirmek için neleri bildiklerini ve nelere ihtiyaç duyacaklarını belirlerler (Kampüsü, 2020).



Şekil 3. Mühendislik Tasarım Süreci Basamakları

Olası çözümlerin araştırılması aşamasında örnek araştırma ve tasarımlar yaparak gerçek tasarıma yönelik bilgi ve beceriler edinirler. Bu aşamada elde edilen bulgular doğrultusunda büyük tasarım için olası çözümler araştırılır ve uygun olanı seçilir. En uygun çözüm için prototip oluşturulur ve test edilir. (Karamustafaoğlu ve diğ., 2018).

Tasarım sürecinde sanatın ve hayal gücünün önemi bilim insanları tarafından kabul görülmektedir. Bilim ve sanat estetik ve biçim boyutlarında birleşme eğilimindedir.

2.2.2. Sanat ve STEM Eğitimi(STEM+Art)

Bilimsel bilgi üretme sürecinde sanatın ve hayal gücünün değeri bilim adamları tarafından uzun zamandır kabul görmektedir. Bilim ve Sanat; estetik, esneklik ve biçim boyutlarında birleşme eğilimindedir. En büyük bilim insanları aynı zamanda birer sanatçıdır (Yakman, 2012).

STEM disiplinleri, tasarım ürününün pazarlamada gerekli estetik anlayışa hitap etmesini sağlamak için sanatsal düşünmeyi içermelidir. Bu bağlamda FeTeMM eğitimi zamanla gelişim göstermiş ve sanat alanı da eklenerek FeTeMM+Sanat yaklaşımı (STEAM) ortaya çıkmıştır (Yakman, 2012).

Yakman (2012), yaşama entegre edilecek yenilikçi yaklaşımlarda sanatın ve estetiğin göz ardı edilmemesi gerektiğini vurgulayarak FeTeMM+ Sanat'ı " *mühendislik ve sanat yoluyla yorumlanmış bilim ve teknoloji "* olarak tanımlamıştır.

FeTeMM'e sanatın eklenmesi yaratıcılık, özgüven, problem çözme, azim, odaklanma, iletişim, iş birliği, özveri ve sorumluluk bakımından öğrencilere katkı sağlayacaktır (Karamustafaoğlu ve diğ., 2018).

2.3. Konu ile İlgili Yapılan Çalışmalar

2.3.1 Yurt İçinde Yapılan Çalışmalar

Çapan ve Owen (2020) yaptıkları çalışmada, (STEM) fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarındaki öğrencilerin kariyer seçimi nedenleri, kariyer bilgisi kaynakları ve üniversiteden mezun olduktan sonra ihtiyaç duydukları kariyer bilgilerine cevap vermeyi amaçlamıştır. Araştırmaya iki devlet üniversitesinde öğrenim gören 378' i kız ve 281'i erkek olmak üzere toplamda 658 lisans öğrencisi katılmıştır. Veriler Kişisel Bilgi Formu kullanılarak toplanmıştır. Verilerin analizi, açık uçlu sorularda içerik analizi, diğer

sorular için yüzde, frekans ve sıralama kullanılmıştır. Bulgulara göre STEM alanlarını tercih etme nedenlerinin başında bireysel faktörler gelirken bunu sistemik, sosyal ve şans faktörleri takip etmektedir. Ebeveynler, kendini tanıma ve mezuniyet sonrası planların ana kaynaklarıydı. Eğitim ve kariyer seçenekleri ile ilgili bilgilerin en çok öğretmenlerden/öğretim üyelerinden ve internetten edinildiği tespit edilmiştir. Mezun olduktan sonra en çok ihtiyaç duyulan bilgiler iş hayatı ile ilgiliydi. Bulgular alan yazın doğrultusunda tartışılmış ve bazı önerilerde bulunulmuştur.

Türkoğuz ve Kayalar (2021) yaptıkları araştırmada, mobil-STEM öğretimi uygulamalarının katılımcıların mühendislik tasarım süreç becerileri üzerindeki etkilerini incelemiştir. Araştırmada deneysel araştırma modeli kullanmıştır. Ön ve son test sonuçlarına göre gruplar eşdeğer olmayan gruplardır ve yarı deneysel araştırma modeli ile kontrol gruplu olarak tasarlanmıştır. Araştırmanın katılımcıları Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği Programı 3. sınıfta öğrenim görmekte olan iki farklı sınıfın öğretmen adaylarıdır. Eğitim-öğretim döneminin başında, sınıflardan biri deney grubu 45 katılımcı ile diğer sınıf kontrol grubu 25 katılımcı olacak şekilde rastgele atanmıştır. Deney grubundaki katılımcılara mobil-STEM öğretimi uygulamaları yapılırken, kontrol grubundaki katılımcılara sadece STEM öğretimi uygulamaları yapılmıştır. Bu araştırmada, "Mühendislik Tasarım Süreç Becerileri Ölçeği" nin uyarlanmış Türkçe formu kullanılmıştır. Araştırma sonucu, mobil-STEM öğretim uygulamalarının deney grubu katılımcılarının mühendislik tasarım süreci becerilerini kontrol grubu katılımcılarına göre etkili bir şekilde geliştirmediği bulunmuştur. Bir de deney ve kontrol grubundaki öğretmen adayları STEM öğretimi uygulamalarını yaparlarken alternatif tasarımlar yapma, model geliştirme ve tasarlanan ürünü yenileme ile ilgili mühendislik tasarım süreç becerilerinde zorlanmışlardır. STEM öğretimi uygulamaları ile eğitim amaçlarına ulaşmak isteyen katılımcıların mobil teknolojilerin özelliklerini etkili bir şekilde kullanmaları, tasarım becerilerini geliştirmeleri gerektiği düşünülmektedir.

Deveci (2018), STEM farkındalığının fen bilgisi öğretmen adaylarının girişimcilik özelliklerine katkısını araştırmak için, Türkiye'de bir devlet üniversitesine kayıtlı olan 162 fen bilgisi öğretmenliğinde okuyan öğrencilerle çalışma gerçekleştirmiştir. Katılımcılar tipik durum örneklemesine göre seçilmiştir. Veriler “Öğretmen Adaylarına Yönelik Girişimcilik Ölçeği” ve “STEM Farkındalık Ölçeği” ile toplanmıştır. Araştırmanın bulguları, fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarını, girişimci olma, yeniliğe

açık, özgüven sahibi, fırsatları değerlendirme ve empati gibi girişimcilik özelliklerinin önemli bir yordayıcısı olduğunu göstermektedir. Ayrıca STEM farkındalığının %29 varyans oranı ile duyusal zekayı daha fazla yordadığı bulunmuştur. Bu sonuçlara bağlı olarak araştırmacılar STEM farkındalığının; eleştirel, yaratıcı ve analitik düşünmenin yanı sıra karar verme gibi yaşam becerilerini inceleyebileceği tavsiyesinde bulunmuştur.

Boynukara, Deniz ve Tüysüz (2020) yaptıkları araştırmada, fen eğitimcilerinin STEM eğitimi hakkında görüş ve bilgi seviyelerini incelemiştir. Çalışma nitel araştırma yöntemlerinden fenomenolojiyle gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın örneklemini Van ili merkez ilçelerinden: Tusba, İpekyolu ve Edremit' te görev yapan gönüllü 50 fen bilgisi öğretmeni oluşturmuştur. Araştırmada veriler; açık uçlu yedi STEM sorusu içeren bir anket, yarı yapılandırılmış görüşmeler ve sınıf gözlemleri kullanılarak toplanmıştır. Veriler nitel analiz yöntemlerinden içerik analizi ile çözümlenmiştir. Bulgular belirlenen kategoriler altında kodlanmıştır. Araştırma sonucunda fen bilimleri öğretmenlerinin STEM konuları ile ilgili yeterli alan bilgisine sahip olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca STEM' i sınıfta uygulamakta zorlandıkları gözlemlenmiştir. Özellikle fen bilimleri öğretmenlerinin çoğunun STEM eğitiminde öğretim yöntem/stratejilerini kullanma ve öğrencilerini değerlendirme konusunda yeterli olmadığı tespit edilmiştir.

Bakırcı ve Kutlu (2018) yaptıkları çalışmayı, fen eğitimcilerinin STEM'e ilişkin görüşlerini belirlemek amacıyla 2017-2018 eğitim öğretim döneminde Türkiye'nin bir ilinde farklı okullarda çalışan on fen bilgisi öğretmeni ile gerçekleştirmiştir. Çalıştığı Nitel araştırmada veriler yarı yapılandırılmış görüşme formu ile elde edilmiştir. Verileri analiz ederken içerik analizi ve betimsel analiz kullanmıştır. Katılımcılar; STEM uygulamalarının öğrencilerin derse olan ilgilerini ve motivasyonlarını artırabileceğini, çok boyutlu düşünmelerini sağlayabileceğini, laboratuvar katılımını artırabileceğini ve kararlı olmalarını geliştirebileceğini belirtmişlerdir. Öğretmenler ayrıca STEM'in öğrencilerin sorgulama ve yaratıcı becerilerini geliştirebileceğini, yaparak yaşayarak öğrenmelerine yardımcı olabileceğini, onları problem durumuna uygun ürünler tasarlamaya teşvik edebileceğini, öğrenmelerini somut yollarla iyileştirebileceğini ve bilimsel süreç becerilerini geliştirebileceğini savunmuşlardır. Öğretmenlerin STEM uygulaması ile ilgili yeterli bilgiye sahip olmadıkları tespit edilmiştir. STEM'in etkin bir şekilde uygulanabilmesi için okullarda yeterli donanıma sahip olunması gerektiği ve öğretmenler hizmet içi eğitim yoluyla STEM hakkında bilgilendirilmesi önerilerinde bulunmuştur.

Tozlu, Gülseven ve Tüysüz (2019), Argümantasyona dayalı Cunningham mühendislik tasarım süreci, 7. sınıf fizik konusu olan "Kuvvet ve Enerji" ünitesi ile örnek STEM etkinliğinin uygulanmasını amaçlamıştır. Katılımcılar 2018-2019 yıllarında Van ilinde bir ilköğretim okulunda 7. sınıf öğrencileridir. Etkinliğin uygulanması 4 saat sürmüştür. Bu etkinliğin temel amacı, konunun ilgili amaçlarını günlük hayatın problemleriyle ilişkilendirerek ve senaryolar oluşturarak katılımcıların dersi anlamalarını ve kavramalarını sağlamaktır. Uygulama, senaryo ile başlamış ve Toulmin'in argümantasyon modeli bileşenleri (veri, iddia, sağlamlaştırma, destek, nitelendirme ve çürütme; Cunningham'in mühendislik tasarım sürecinde: hayal et, planla, sor, yarat ve geliştir olan basamaklara entegre edilerek uygulanır. Yüzen Araç etkinliği, fen derslerinde fen ve mühendislik uygulamalarının kullanışlılığının bir örneğidir. Bu etkinliği sınıflarında uygulayacak öğretmenler, problemlerin çözümleri için ayrı disiplinleri kullanarak bilimsel ve anlamlı gerekçeler belirterek yeni bir ürün ortaya çıkarma deneyimini öğrencilere argümantasyona dayalı mühendislik tasarım süreci ile kazandıracaklardır. Bu durumun 21. yüzyılda bireylerden beklenen becerilerin gelişmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Ozan ve Uluçınar Sağır (2020), Araştırmada STEM etkinliklerine dayalı öğrenmenin katılımcıların bilimin doğası görüşlerine olan etkisi araştırılmıştır. Araştırmada, yarı deneysel model ile yapmıştır. Araştırmanın katılımcıları Amasya ili Taşova ilçesine bağlı, ortaokul 5 sınıfa devam eden 20 katılımcı oluşturmaktadır. Deney grubu katılımcıları "Kuvvetin Ölçülmesi ve Sürtünme" ünitesini STEM etkinlikleri ile ders işlemişlerdir. Kontrol grubu katılımcıları aynı ünitedeki ders kitabı ile müfredata göre öğretim yapmıştır. Araştırmada veriler "Bilimin Doğası Anketi " kullanılarak toplanmıştır. Veriler analiz edilirken parametrik olmayan testler uygulanmıştır. Sonuç olarak, öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarının gelişmesinde STEM etkinliklerine dayalı öğretimin daha etkili olduğu belirlenmiştir.

Şimşek (2019) bu çalışmayı, yedinci sınıf öğrencilerinin fen dersinde STEM uygulamalarının katılımcıların Fen'e ilgileri, tutumları ve bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkisini analiz etmek ve uygulamaya yönelik katılımcı görüşlerini belirlemek amacıyla yapmıştır. Çalışma 2017-2018 eğitim döneminde Osmaniye iline bağlı Düziçi ilçesindeki merkez ortaokullarından birinde 26 deney ve 26 kontrol grubu olan 52 katılımcı

ile yarı deneysel yöntemle gerçekleştirilmiştir. Araştırma fen derslerinde uygulamalı olarak 28 ders saati, 14 hafta sürmüştür. Uygulama öncesi gruplara: tutum ölçeği, bilimsel süreç becerileri ve ilgi ölçeği uygulanmış ve sonrasında aynı testler tekrarlanmıştır. Katılımcıların STEM uygulamaları hakkındaki görüşlerini netleştirmek için deney grubundaki öğrencilerin görüşleri son test ile birlikte alınmıştır. Bulgu olarak, STEM etkinliklerinin öğrencilerin fen ilgileri, fen tutumları ve bilimsel süreç becerileri üzerinde deney grubu katılımcılarının lehine olarak sonuçların anlamlı bir farklılığa sahip olduğu görülmüştü. Ek olarak öğrencilerin STEM etkinlikleriyle ilgili çok olumlu ifadeler kullandıkları belirtilmektedir.

Kurt ve Topçu (2019) yaptıkları çalışmada öğrencilerin STEM alanında disiplinler arası bilgi ve yeteneklerini birlikte kullanabilecekleri, teorik bilgilerini pratiğe, meraka ve araştırmaya dönüştürebilecekleri bir STEM uygulaması yapmak ve sunmak amacını gütmüştür. Etkinlik bir üniversitesinin STEM laboratuvarında geliştirilmiştir. 10. sınıf Optik başlığı altında "Işık şiddeti" kavramını öğretmek için ışık basıncı, ışığın tanecik özelliği, ışığın absorpsiyonu ve yansıması olaylarını birlikte öğretebileceği "radyometre tasarımı" etkinliği ile gerçekleştirmeyi amaçlamıştır. Ayrıca mevcut literatürde bu tür bir tasarımla ilgili çalışma eksikliği olduğunu iddia etmiştir.

Büyükdede ve Tanel (2018) çalışmasında, STEM uygulamalarının öğretmen adaylarının akademik başarılarına etkisini İtme-Momentum konularında araştırmıştır. Araştırmada yarı deneysel model kullanılmıştır. Araştırmanın uygulama aşamasında deney grubundaki öğrencilere STEM etkinlikleri yaklaşımıyla "İtme-Momentum" konusu işlenmiştir. Kontrol grubuna ise geleneksel öğretim yöntemiyle ders işlenmiştir. Çalışma grubunu üniversitede "Fizik I" dersini gören İlköğretim Matematik Eğitimi bölümü 2. sınıf öğrencileri oluşturmuştur. Veri toplamak için "İtme-Momentum Başarı Testi" kullanılmıştır. Toplanan verilerin dağılımının çarpıklık ve basıklık katsayıları analiz edilmiş, veriler normal dağılım göstermiştir. Değişkenler için ortalamalar arasındaki farkların anlamlılık düzeylerini belirlemek için parametrik testler kullanmıştır. Araştırmada, uygulama öncesi İtme-Momentum konularının akademik başarılarında deney ve kontrol grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Uygulamadan sonra ise her iki grubun da akademik başarıda olumlu yönde geliştiği belirlenmiştir. Ancak STEM etkinliklerinin gerçekleştirildiği deney grubunun kontrol grubuna göre başarıda istatistiksel olarak daha fazla gelişme gösterdiği tespit edilmiştir.

Baran, M., Baran, M., Efe ve Maskan (2020) tarafından yapılan çalışmada, ülkemizdeki öğretmenlerin fen bilimleri konularındaki farkındalıklarının belirlenmesinin STEM'e yönelik ilgi, algı ve tutumları üzerinde etkili olabileceği düşünülmektedir. STEM alanındaki öğretmenlerin birçok pedagojik beceri ile donanmış olmasının yanı sıra STEM farkındalığına sahip olmasının da yetiştirecekleri öğrenciler için oldukça önemli olduğu düşünülmektedir. Yapılan araştırmada, Milli Eğitim Bakanlığına bağlı okullarda görevli 206'sı fen alanları öğretmenleri ve 191'i fen alanları öğretmen adayı olan toplam 397 kişi oluşturmaktadır. Katılımcıların, STEM farkındalık düzeyleri farklı değişkenler açısından araştırılması amaçlanmıştır. Literatürde katılımcıların STEM farkındalıklarına ilişkin yeterli çalışma olmadığı düşünülmektedir. Yapılan araştırmanın amacına hizmet etmesi için; "Fen alanları öğretmenleri ile öğretmen adayları arasında STEM farkındalık düzeyleri ve farkındalık düzeylerinde belirli değişkenler açısından anlamlı bir farklılık var mıdır?" sorularına cevap aranmıştır. Elde edilen verilere dayalı olarak öğretmen ve aday öğretmenlerin STEM farkındalık düzeyleri, bilimsel yayınları takip etme değişkenine göre farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Ancak, bilimsel yayınları takip etme sıklığının her iki grupta da oldukça düşük olması dikkat çekici bir durum olmuştur. Bir de kadın fen öğretmen adaylarının erkeklere göre daha yüksek STEM farkındalığına sahip oldukları tespit edilmiştir. Literatürden farklı olarak, kadın fen öğretmenlerinin STEM farkındalığının yüksek olması, kadınların STEM konularına duyarlılık geliştirebileceklerinin önemli bir işareti olarak görülebilir. Öğrencilerine dersini sevdiren, sorumluluk sahibi olan ve öğretim sürecinde STEM etkinliklerini yürüten öğretmenlerin oldukça yüksek pozitif frekanslara sahip oldukları görülmüştür. Belirlenen değişkenlere göre öğretmenlerin STEM farkındalık düzeyleri aday öğretmenlerin düzeyinden daha yüksektir. Bu sonuçlara dayalı olarak duyusal pozitif olan ve STEM etkinlikleri daha fazla olan fen öğretmenlerinin farkındalık düzeylerinin yüksek olmasının doğal olduğu söylenebilir. Bu durumda öğretmenler öğrencilerin ihtiyaçlarına önem vermelidir. Öğretmenler, değişken ve zor yaşam koşullarında kendine yeten toplum inşası için çocukların ve gençlerin çok önemli olduğunun bilincinde olmalıdır. Öğrenme ortamlarında bu farkındalığın yerleşmesine yönelik Milli Eğitim Bakanlığı bünyesindeki uzmanlar tarafından verilebilecek seminerlerin önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir. Araştırmanın bir diğer bulgusu da öğretmen adaylarının farkındalık düzeylerinin yetersiz

olması ve aday öğretmenlerin farkındalıklarının çok az olmasıdır. İlgili kurumların bu yönde çeşitli önlemler alması gerektiğine inanılmaktadır. Sonuç olarak "bilimsel yayınları takip etme" değişkenine göre katılımcıların, öğretmenlerin ve aday öğretmenlerin farkındalık düzeylerinin birbirinden farklı olduğunu göstermiştir. Ancak bilimsel yayınları takip etme sıklığının her iki grupta da oldukça düşük olması dikkat çekicidir. Araştırmanın bulguları ışığında, STEM eğitimine yönelik müfredatın STEM yaklaşımının uygulanması açısından yeniden yapılandırılması ve revize edilmesine hem politikacılar hem de Eğitim fakülteleri tarafından daha fazla önem verilmesi gerektiği düşünülmektedir. Bu konularla ilgili olarak politikacılar; eğitim fakülteleri veya öğretmen yetiştirme merkezleri, yeni neslin ihtiyaçlarının karşılanması açısından öğretmen yetiştirme ve yetiştirme kalitesinin artırılması konusunda sorumluluk almalıdırlar.

Kocakaya ve Ensari (2018) yaptıkları araştırmada, fizik öğretmen adaylarının STEM eğitimi ve STEM etkinliklerine ilişkin görüşlerini incelemeyi amaçlamışlardır. Bu amaçla veriler nitel, yarı yapılandırılmış görüşme formları ile elde edilmiştir. Görüşme formları içerik analizi tekniği kullanılarak analiz edilmiştir. Araştırmanın katılımcıları Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fizik Eğitimi Bölümünden sekiz öğrencidir. Alan Eğitiminde Araştırma Projesi dersi kapsamında bir araştırma projesi yürütülmüş ve yirmi ortaokul öğrencisi için altı STEM etkinliğinin yer aldığı bir bilim şenliği düzenlenmiştir. Öğretmen adaylarının STEM etkinliklerine ilişkin görüşlerini göstermek için yapılandırılmış görüşme formlarından veriler elde edilmiş ve ardından nitel olarak analiz edilmiştir. Sonuç olarak, öğretmen adaylarının STEM etkinliklerinin eğlenceli, daha kalıcı, daha algılanabilir ve daha dikkat çekici olduğunu ve aktif katılım sağladığını düşündüklerini belirtmişlerdir. Ayrıca katılımcıların çoğunun STEM etkinliklerini planlama ve uygulamada zorluk yaşamadıklarını ve süreçteki motivasyonlarının olumlu yönde arttığını belirtmişlerdir. Katılımcılar gelecekte STEM etkinliklerini derslerinde kullanmak istediklerini belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının öğretim yöntemlerine ve sınıf içi etkinliklere ilişkin algı, tutum ve görüşleri ileride kendi derslerinde kullanacakları yöntem ve etkinlikleri belirleyebileceği düşünülmektedir. Bu nedenle öğretmen adaylarının STEM etkinliklerine ilişkin görüşlerinin belirlenmesi STEM eğitimi ile ilgili çalışmaları etkileyebileceği düşünülmektedir.

Boyraz ve Bilican (2020) yaptıkları araştırmada, sınıf öğretmenlerinin STEM disiplinlerine yönelik görüşlerini ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır. Bu çalışmaya Kırıkkale ilindeki farklı ilköğretim okullarında görev yapan on beş sınıf öğretmeni (10 kadın, 5 erkek) katılmıştır. Öğretmenlerin STEM disiplinlerine yönelik görüşlerini öğrenmek için literatürden yararlanılarak ve uzman görüşleri alınarak 14 görüşme sorusu oluşturulmuştur. Öğretmenlere sınıflarda STEM ve STEM ile ilgili kavramsal bilgilerle ilgili sorular sorulmuştur. Bu görüşmelerde öğretmenlere soru olarak STEM'in tanımı, STEM uygulamaları ve STEM'in yeterliliği sorulmuştur. Uygulama sonrasında yapılan görüşmeler incelendiğinde öğretmenlerin STEM kavramını hiç duymadıkları, tanımlamadıkları görülmüştür. Örneğin öğretmenlerin STEM' i sadece bir deney olarak gördükleri görülmüştür. Öğretmenler, STEM eğitimi yaklaşımının multidisipliner düşünmelerine katkıda bulunacağına, öğrencilerde özgüven oluşmasına, el becerilerinin gelişmesine, işbirlikli çalışmalarına, liderlik nitelikleri ve üretme gibi kazanımlarına katkısı olacağına dikkat çekmişlerdir. Yaptığı çalışma sonuçlarının STEM mesleki gelişim programlarının hazırlanmasına ışık tutacağını düşünmektedir. Sonuç olarak, katılımcılar STEM kavramını duymadıkları ve tanımlayamadıkları tespit edilmiştir. Yapılan görüşmelerde, STEM tanımı yapılamamış olsa da, öğretmeye yönelik olumlu bir tutum sergilenmiştir.

Özkızılcık ve Cebesoy (2020), tasarıma dayalı STEM uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının problem çözme becerileri ve entegre STEM öğretim ilgileri üzerindeki etkililiğini araştırmayı amaçlamıştır. Araştırmanın örneklemini, Türkiye'nin Ege bölgesinde devlet üniversitesinde bulunan yirmi dört 3. sınıf fen bilgisi öğretmen adayından oluşmaktadır. Çalışma açıklayıcı bir sıralı deseni benimsemiştir. Veriler: "Problem Çözme Becerileri Ölçeği" , "STEM Öğretimi Yönelim Anketleri" ile "Laboratuvar Föyleri" kullanılarak toplanmıştır. Fen dersi "Laboratuvar Uygulamaları-I" dersinde tasarım temelli STEM etkinliklerinin uygulanmasından önce ve sonra anketler ön ve son test olarak kullanılmıştır. Nicel veriler laboratuvar sayfaları üzerinden yorumlanmıştır. Sonuçlar, tasarım temelli STEM uygulamalarının öğretmen adaylarının problem çözme becerilerini ve entegre STEM öğretimine ilgilerini arttırdığını ortaya koymuştur. Bu sonuçlara dayalı olarak tasarım temelli STEM etkinliklerinin öğretmen yetiştirme programlarına dahil edilmesi için önerilerde bulunulmuştur.

2.3.2 Yurt Dışında Yapılan Çalışmalar

Zhang ve diğerlerine (2021) göre, Ortaöğretim ve ortaöğretim sonrası kurumlara STEM eğitiminin devamlılığını sağlamak, 21. yüzyıl uluslarının rekabet edebilme gücü için çok önemelidir. Bu nedenle, daha fazla lise öğrencisini STEM alanlarından birine girmesini düşünmeye motive etmek, onları üniversitede bir STEM ana dalını seçmeye teşvik etmek ve STEM alanında kariyer yapmaya yönlendirerek STEM'de ileri düzey kurslar aldırarak onları hazırlamak çok önemlidir. Lise öğrencilerinin, üniversite STEM ana dallarına giden yolu, bir dizi akademik seçim (örneğin, ortaokulda STEM ile ilgili etkinlikler, lisede STEM dersleri alma ve okul dışı etkinlikler) ve erken okul yıllarında başlayıp ortaokulda gelişmeye devam eden başarılarıyla ilgili olduğu düşünülebilir. Araştırmacının bu çalışması, matematik motivasyonu ile matematik performans ilişkisi örneği: 12. Sınıf matematik puanlarına STEM dersi almanın etkisinin incelenmesi, STEM'in fen ve matematik üzerindeki motivasyonel etkisinin nasıl olduğunu açıklamak için kapsamlı bir kavramsal çerçeve geliştirmiştir. Öğrenci, aile ve okul geçmişi faktörlerini dikkate alarak öğrencilerin 4 yıllık kolejde STEM ana dallarından birini seçip seçmeme kararlarıyla ilgilidir. Kavramsal çerçeve, üniversitede STEM ana dallarından birinin seçilmesinde bu beş faktör arasındaki ilişkilere odaklanır: matematik motivasyonu, fen motivasyonu, lisede STEM dersi alma, STEM başarısı ve sosyal ağlar. STEM ve STEM dışındaki dallarda, öğrenciler arasında matematik ve fen motivasyonu karşılaştırmalarının sonuçları, STEM bölümlerinden öğrencilerin, olmayan öğrencilere kıyasla ölçülen dört yapının (matematik kimliği, matematik öz-yeterliği, fen kimliği ve fen öz-yeterliği) tümünde daha yüksek matematik ve fen motivasyonuna sahip olduklarını göstermiştir. Diğer lise deneyimlerinin etkilerini dikkate alan STEM modeli sonuçları, STEM motivasyonu ile üniversitede Yapısal Eşitlik Modellemesi (SEM) ana dalına sahip olmak arasındaki önemli ilişkileri daha açık tanımlamıştır. Bulgular; fen kimliğinin diğer tüm motivasyon değişkenleri, STEM dersi alma ve başarı değişkenleri arasında öğrencilerin STEM bölümlerinden birini seçimi ile güçlü ilişkiye sahip olduğunu göstermektedir. Bunu matematik kimliği ve öğrencilerin eğitimden beklentileri izlemektedir. Öğrencilerin lisede STEM dersi almaları ve bunlara karşılık gelen başarılarının da öğrencilerin üniversitede STEM bölümlerinden birini seçme olasılığı ile önemli ölçüde ilişkili olduğu bulunmuştur. Yapısal Eşitlik Modellemesi sonuçları, bilim, mühendislik ve STEM ile ilgili kurslarda en az 1 Fizik kredisi ile birlikte daha fazla kredi almanın, üniversitede STEM bölümlerinden birini seçmek için kritik olduğunu

göstermektedir. Öğrencilerin STEM derslerindeki matematik puanları ile STEM başarısı, öğrencilerin üniversitede STEM bölümlerinden birini seçmeye karar vermelerinin istatistiksel olarak anlamlı göstergeleriydi. Öğrencilerin demografik arka planı, öğrencinin üniversitede neden STEM bölümlerinden birini seçmiş olabileceğini anlamak için sosyal bağlam sağlar. Kız öğrencilerin, erkek öğrencilere kıyasla üniversitede STEM bölümlerinden birini seçme olasılıkları daha düşüktü. Asyalı öğrencilerin STEM bölümlerinden birini seçme olasılığı beyaz öğrencilere göre daha yüksekti. Öğrencilerin okul arkadaşlarının ekonomik durumuyla ilgili sonuçları, ücretsiz veya uygun fiyatlı öğle yemeği için kaydolan öğrencilerin bulunduğu okullarda, yüzde 75'inden fazlasının STEM bölümlerinden birini seçme olasılıklarının, diğer okullardaki öğrencilere kıyasla daha düşük olacağını göstermiştir.

Zhang ve diğerleri (2021) yaptıkları çalışmada, 4 yıllık bir kolejde STEM alanında uzmanlaşmaya karar veren öğrencilerde motivasyonun oynadığı rolü göstermekti. Kimliklerin oynadığı rol unutulmamalıdır. Literatüre göre kimin STEM ile ilgili üniversitede bir bölüm seçtiğini anlamak için öz yeterliliğinin anahtar olduğunu öne sürse de fen ve matematik kimliği öz yeterlilik ölçütleri STEM ana dallarından birini seçmede doğrudan bir etki göstermedi. Bu sonuç mantığa aykırı gibi görünse de belki de öyle değildir. Fen veya matematikte yeterli hissetmek, kişinin yalnızca bu alanlardaki problemleri çözme yeteneğine sahip olmasını değil, aynı zamanda bunu yapacak özgüvene ve bu güveni destekleyecek bir geçmişe sahip olmasını gerektirir. Fen veya matematikte kimlik, kişinin bu alanlardan birinde veya her ikisinde de problem çözme konusunda kendini yeterli hissetmesini gerektirir. Bir kimliği diğerlerinden ayıran şey, kendimizi - kendimiz olarak gördüğümüz- benliğin, kimliklerimizden oluşmasıdır. Benlik, rol kimliklerinin bir hiyerarşisi olarak düşünülebilir. Kimlik ne kadar belirgin (önemli) olursa, benlik için o kadar çekirdek olur ve herhangi bir durumda onu harekete geçirme olasılığımız o kadar artar. Rol kimlikleri tam olarak kim olduğumuzu tanımladıkları için bu kadar güçlü motive edici bir güce sahiptirler. Bu nedenle, rol ile ilgili sonuçları tahmin etmede kimlikler, öz yeterlilikten daha önemlidir. Rol kimliklerimizi desteklemek öz yeterlilik gerektirir.

Snyder ve Stevenson (2021)'un STEM Etki Değerlendirme Raporu, ABD Eğitim Bakanlığı, Yenilik ve İyileştirme Ofisi tarafından finanse edilen bir "İnovasyona Yatırım Geliştirme" hibesidir. Rapor, özellikle STEM kariyerlerinde yeterince temsil edilmeyen

kızlar ve azınlıklar olmak üzere, ihtiyaç duyulan ortaokul öğrencilerini hedefler. Rapor; öğrencilere STEM'e ilgi uyandırmak ve başarıyı artırmak için ilgi çekici, uygulamalı, proje tabanlı, genişletilmiş öğrenme deneyimleri sağlamaya odaklanır. Etki değerlendirmesi raporunda, STEM'in fen ve matematikteki akademik başarı üzerindeki etkisini incelemek için yarı deneysel bir tasarım kullandı. 2016-17 öğretim yılında "STEM Etki Değerlendirme Raporu" öğrenci kayıtları başladı ve 2018-19 öğretim yılı boyunca öğrenciler takip edildi. Öğrencileri için akademik başarı sonuçları, aynı okullarda, aynı derecede, geleneksel akademik eğitime katılan ve geniş öğrenme deneyimleri olmayan öğrencilerle karşılaştırıldı. Kontrol grubu öğrencilerinin akademik başarısı üç yıllık bir süre boyunca izlendi. Sonuçlar, hem matematik hem de fen bilimlerinde başarı testi puanlarında deney ve kontrol grupları arasında anlamlı farklılıklar göstermiştir. Genel olarak deney grubu öğrencileri, programda üç yıldan sonra kontrol grubu öğrencilerinden yedi puan önde gitti. Bu, kabaca standart sapmanın üçte birine eşitti. Programın sonunda içinde yüksek kazanımlar elde eden öğrencilerin bulunduğu öğrenci alt grupları için de önemli farklılıklar kaydedildi.

Coleman (2020), Ulusal Bilim Vakfı'na göre, ABD STEM işgücü, genişleyen ve canlı bir küresel bilimsel ve teknolojik girişim bağlamında düşünülmelidir. Ulusal Bilimler Akademisi ayrıca tüm ırk ve cinsiyetten bireylerin katılımı olmadan, STEM alanlarındaki işçilere yönelik artan talebin karşılanamayacağını ve bu durumun ABD' nin küresel bir lider olarak konumunu potansiyel olarak tehlikeye atacağını öne sürüyor. Kesin gerçek şu ki, STEM okuryazarı olmak için kaynaklara erişimden yoksun çok fazla sayıda Siyah ve Latin öğrenci var. ABD, STEM'de küresel liderliği elde tutmak için eşitsizliği kaldırmalı ve STEM eğitimini kariyer yolunda çeşitlendirmesi öncelikli hedefi olmalıdır. İllinois; Matematik ve Bilim Akademisi, STEM eğitimini kariyer yolunda nasıl çeşitlendireceğini daha iyi anlamaya çalıştı. Böylece, ırksal STEM ayrımını anlamak ve ele almak için Siyahi ve Latin öğrencilerin STEM'e katılma motivasyonları yanı sıra düzenlenen 2 çeşitlendirilmiş STEM düşünce kuruluşu üzerine bir çalışma yapıldı. 415 STEM paydaşının (öğrenciler, ebeveynler, profesyoneller ve eğitimciler) bakış açılarından, STEM eğitiminden kariyer yoluna ulusal çıkarımlar ve küresel ölçeklenebilirlik ile çeşitlendirmek için "D-STEM Eşitlik Modeli" geliştirildi. Bu model, uygulanacak ırk temelli işbirlikçi STEM girişimleri için finansmanı zorunlu kılan, belirlenen sorunları toplu olarak ele alarak, Siyah ve Latin öğrenci STEM motivasyonunun faktörlerini STEM programlamasına entegre ederek eşitliği sağlamaya çalışan kültürel olarak duyarlı STEM

eğitimci eğitimini teşvik etmenin yanı sıra çeşitlendirilmiş STEM politikalarının geliştirilmesi gerektiğini öne sürer.

Owston, York, Malhotra ve Sitthiworachart (2020) bu çalışmasında, harmanlanmış formatta STEM dersleri alan öğrencilerin STEM dersleri almayan öğrencilere göre daha iyi performans gösterip göstermediği ve daha olumlu algılara sahip olup olmadığı sorusuna cevap aramıştır. 6'sı STEM ve 8' i STEM olmayan dersler, harmanlanmış format kullanılarak yeniden tasarlandı. 318 öğrenciye harmanlanmış deneyimlerine ilişkin algıları hakkında bir anket uygulandı ve ders notları karşılaştırıldı. Sonuçlar, STEM öğrencilerinin diğer öğrencilerden önemli ölçüde daha yüksek performans gösterdiğini gösterdi. Ancak, STEM öğrencileri derslerini diğer öğrenciler kadar olumlu algılamadılar. Sonuç: bulguları doğrulamak ve STEM öğrencileri için öğrenci algılarının neden nispeten düşük olduğunu araştırmak için daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmasına rağmen yüksek öğretimde STEM alanlarında harmanlanmış öğrenme derslerinin yeniden tasarımının avantajlı olabileceğiydi.

Jones, Childers ve Stanley (2020)'in çalışmasında, bir STEM öğretim tasarımının uygulanmasının STEM müfredatının temel taşı olan bilimi nasıl etkilediğini belirlemek için STEM eğitimi olan ve STEM eğitimi olmayan liselerdeki fen öğretimini karşılaştırdı. Amaç, STEM eğitiminin fen müfredatının uygulanmasını nasıl etkilediğine dair fikir edinmekti. Multidisipliner STEM entegrasyonunu, fen öğretimini ve öğrencilerin fen öğretimi algılarını inceledi. Bu çalışmanın sonuçları, STEM eğitimi olan ve STEM eğitimi olmayan okulların fen öğretimi arasında çok az fark olduğunu göstermektedir. Teknoloji ve matematik entegrasyonu tüm okullar arasında benzerdi, ancak STEM okulları mühendislik tasarım sürecini entegre ederken, STEM eğitimi olmayan okullar yapmadı. Araştırmacının yaptığı çalışma, mevcut okul şartları ve sınırlamaları içinde STEM eğitiminin uygulanmasına dair fikir vermektedir.

Razali (2021) ye göre, birçok ülke dalgalı ekonomilerini istikrara kavuşturmasına yardımcı olması için fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) alanlarından insan gücüne ihtiyaç duyar. Öğrenciler STEM eğitimi hedeflerine ulaşmada zorlandıklarında uygulamanın önündeki engeller belirlenir. Bu nedenle, yaptığı çalışmada ortaokul öğrencileri arasında STEM kariyer ilgisinin gelişimini etkileyebilecek ana faktörü belirlemek istemiştir. Çalışmanın amacı, Malezya'daki "Form 4" bilim öğrencileri arasında STEM kariyer ilgisi oluşumuna yönelik bir model geliştirmektir. Nicel olan çalışma, veri

toplamada orantılı tabakalı rastgele örnekleme yöntemi kullanılmaktadır. Araştırmanın Örneklemini Malezya Selangor' da 314 "Form 4" ortaokul bilim öğrencisinden oluşmuştur. Çalışma, veri toplamak için "S-STEM ve STEM Kariyerlerine İlgi", "Bilim Motivasyon Anketi II" ve "Ebeveyn Yetki Anketi" olmak üzere üç araç kullandı. Bulguların sonucu, bu çalışmadaki önemli faktörlerin STEM, 21. yüzyıl becerileri, bilim motivasyonu ve ebeveyn otoritesinin önemine yönelik tutumların doğru olduğunu ve öğrencilerin STEM kariyerlerine olan ilgisinin, tamamen yetiştirilmesinin büyük katkısı olduğunu göstermektedir.

Mundy ve Ratcliff (2021)'e göre STEM alanındaki öğretmen eksikliğinin ABD'de ülke ekonomisi ve güvenliğinde olumsuzluğa yol açacağına dair endişeler var. Yaptığı araştırmanın altında yatan teorik çerçeve, aktif öğrenme öğretme stratejilerinin öğrenci memnuniyetini etkileyip etkilemeyeceğine dayanmaktadır. Bu çalışma, Güney Teksas' ta ağırlıklı olarak Hispanik erkek bir örneklemle gerçekleştirilmiştir. Tasarımın merkezinde yer alan araştırma sorularına (Noyce Stajyerleri STEM Teaching Boot Camp' ten ve Noyce Yaz Stajı' ndan ne kadar memnun kaldılar?) tanımlayıcı istatistikler kullanılarak cevap arandı. Anketlerden elde ettiği bulgular, stajyerlerin her iki programından da memnun kaldıklarını göstermiştir. Bu deneyim sayesinde, Noyce Stajyerleri lise STEM öğretmeni olmak için öğretmenlik sertifikası almaya karar verdiler.

Ahmad ve Siew (2021), İlkokul öğrencilerinin STEM eğitimine yönelik merak düzeylerini ölçmek için anket geliştirme konusunda sınırlı araştırma çalışması bulunmaktadır. Bu araştırmada Berlyne' nin "Merak Teorisi" temel alınarak "STEM Eğitim Anketi" geliştirilmiştir. STEM'e yönelik iki merak yapısını (keşif ve kabul) ölçen 10 maddeden oluşmuştur. Araştırma örneklemini Malezya' nın Sabah kentindeki beş şehir okuluna kayıtlı 10 ila 11 yaş arasındaki toplam 166 beşinci sınıf öğrencisi ile oluşturdu. Anketin geçerlik ve güvenirliğini belirlemek için "Rasch Ölçüm Modeli" uygulanmıştır. Anket aracının geçerliliği, kişi uyumu, madde uyumu, madde polaritesi, tek boyutluluk ve değişken haritası yoluyla keşfetme ve kabul yapıları arasında iyi bir şekilde oluşturulmuştur. Cronbach alfa değeri (KR-20) 0.93 ile yüksek güvenilirliğe sahip olduğu bulunmuştur. Anket mükemmel bir madde güvenilirliğine ve sırasıyla 96 ve 4.83'lük orta derecede yüksek madde ayırma değerine sahiptir. Sonuç olarak, ilkokul öğrencileri arasında STEM eğitimine yönelik merakı ölçmede iyi bir geçerliliğe ve yüksek güvenilirliğe sahiptir.

Cabell, Brookover, Livingston ve Cartwright (2021)'in yaptığı çalışmanın amacı, okul psikolojik danışmanları ile ilgili literatüre ve onların fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) ile ilgilenen, yeterince temsil edilmeyen lise öğrencilerine desteklerine katkıda bulunmaktır. Bağlamın okul danışmanlığı üzerindeki etkisi, özellikle COVID-19 salgını sırasında araştırıldı. Bu fenomenolojik çalışma ile dokuz lise psikolojik danışmanıyla bireysel görüşme yapılmış ve dört tema ortaya çıkmıştır. Bu temalar şunlardır: STEM'de çeşitli sorunları içeren profesyonel bilgi, STEM'de yeterince temsil edilmeyen öğrencilerin ihtiyaçlarıyla ilgili eğitim, yeterince temsil edilmeyen öğrencilerin STEM kariyer çıkarlarını desteklemeye aktif katılım ve yeterince temsil edilmeyen öğrencilerin STEM ilgi alanlarını desteklemeyle ilgili engeller. Araştırmadaki çıkarımlar: okul danışmanlarının, özellikle COVID-19 salgını sırasında yeterince temsil edilmeyen öğrencilerin STEM ilgi alanlarını nasıl destekleyebileceği, danışman eğitimcilerin STEM ile ilgili araştırma ve eğitime nasıl katkıda bulunabilecekleri ve okul yöneticilerinin okul danışmanlarının STEM girişimlerini nasıl destekleyebileceği ile ilgilidir.

Kilty ve diğerleri (2021), Özgün, disiplinler arası, araştırma ve probleme dayalı entegre bir STEM projesi, lisans öğrencileri arasında bilimsel araştırmayı teşvik etmek ve ekip çalışmasını geliştirmek için ideal bir proje olabilir; ancak zorluklar da sunar. Araştırmacı, lisans üniversite öğrencilerinden oluşan altı kişilik iki disiplinler arası ekibin araştırmaya dayalı bir staj ortamında nasıl entegre STEM projeleri oluşturduğunu ve ardından bir sınıfta K-12 öğrencileriyle paylaşılan dersleri ve etkinlikleri tasarlamayı içerecek şekilde projeyi işbirlikçi olarak nasıl hayata geçirdiğini anlatmış. Her üç kişilik lisans ekibi, iki STEM ve bir eğitim ana dalından oluşmuştur. Bu çalışma için eğitim bölümleri odak noktasıdır. Lisans üniversite öğrencileri ile yapılan görüşmeler, saha gözlemleri ve ders planları, özgünlük faktörlerine, özgün bilimsel sorgulama aracına ve entegre bir STEM aracına göre analiz edilmiştir. Araştırmacı, her iki takımın da güçlü ve zayıf olduğu alanları vurguluyor ve öğretmen adaylarının entegre STEM ürünlerine ve derslerine nasıl katkıda bulunduğunu araştırıyor. Öğretmen eğitimcileri, hem STEM eğitmenleri hem de diğer eğitimcilerle bilimsel araştırma ve entegre STEM konularını kolaylaştırmak adına öğretmen hazırlığı ve mesleki gelişim için öneriler sunabilir. Lisans üniversite öğrencilerinden STEM disiplinlerini, aralarındaki geçişleri ve çoklu disiplinlerin arasında ki boşlukları tam olarak entegre etmeleri istendi. Araştırmacı, STEM arasındaki boşlukları bütünleştirmenin zorluklarını açıklayarak, sıradan bir yaklaşımın ötesine genişletmek amacıyla lisans üniversite öğrencilerinin deneyimlerinin bir tanımını sunar.

Rahman, Rosli, Rambely ve Halim (2021), STEM eğitimi, karşı karşıya olduğumuz birçok zorluğun üstesinden gelmenin bir yolu olarak kabul edilebilir. STEM eğitimi, STEM disiplinlerine ilgiyi teşvik ederek öğrencilere fayda sağlar. Bu büyük görev, matematik öğretmenlerinin sınıf uygulamalarını oluşturmaları ve yenilemeleri için ortak çabasını gerektirir. Bu nedenle, Moher tarafından oluşturulan Sistematik İnceleme ve Raporlama yönergelerini izleyerek STEM eğitimi için en iyi uygulamaları belirleyerek sistematik bir inceleme yapılmıştır. En iyi uygulamalar için üç tema belirlemiştir, bunlar: 21. yüzyıl öğretim becerilerini kapsayan temel yetkinlikler, öğretim tasarımları ve gerekli STEM uygulamalarıdır. Raporun sonuçları baskın STEM uygulamalarının eleştirel düşünme, iletişim, iş birliği, problem çözme, araştırmaya dayalı pedagoji, probleme dayalı öğrenme, proje tabanlı öğrenme, teknolojik entegrasyon, erişilebilirlik, mesleki gelişim, öğrenme desteği, etkililik kanıtı, materyallere erişim, uygulayıcı desteği ve ölçeklenebilirliktir. Matematik öğretmenleri, bütünleşik STEM alanlarıyla ilgili çalışmalar eksik olsa da, kullanılacak en iyi STEM uygulamalarını belirlemelidir. Daha fazla öğrenci STEM alanını keşfetmeye ve araştırmaya ilgi duyduğunda, STEM ile ilgili kariyerlere yönelik yüksek talep genç nesil tarafından karşılanabilir sonuçlarına varmıştır.

Pimthon ve Williams (2021) araştırmasında, eğitim fakültesindeki lisans öğretmen adayları için STEM yöntemleri kursu geliştirmiştir. Kurs modeli tasarımının üç aşaması vardır: STEM literatürünün ve kavramsal değerlendirmelerin gözden geçirilmesi, STEM yöntemleri dersinin planlanması ve uzmanlar tarafından değerlendirme ve geri bildirimlerine dayalı olarak revizyon. Araştırma literatürü ve diğer belgeler gözden geçirilmiş. STEM odaklı, öğrenci merkezli, müfredat, öğrenme ortamı ve değerlendirme dahil olmak üzere temel unsurları belirlemek için ilköğretim düzeyinde STEM eğitimi için bir çerçeve ve yol gösterici ilkeler geliştirilmiştir. 15 haftalık bir STEM yöntemleri kursu, entegre STEM öğretimi için iyi uygulamaları modellemek ve öğretmen adaylarının STEM öğretiminde ortaya çıkan gerçek dünya sorunları ve problemleriyle yüzleşmelerini ve ardından kendi STEM derslerini veya öğretim etkinliklerini tasarlamalarını sağlamak için planlandı. STEM yöntemleri kursu uygulanmasının sonucu, yöntem kursunun öğretmen adaylarının STEM anlayışını geliştirmedeki etkisini gösteren ön ve son anketler aracılığıyla incelenmiştir. STEM yöntemleri kursu uygulaması, çalışmadan önce katılımcıların STEM anlayışının sınırlı olduğunu gösterdi. Ön ankete göre entegrasyondan bahsetmelerine rağmen detaylı açıklamamışlar. Anket sonrası katılımcılar, tek bir disiplinin çözemeyeceği problemlere dayalı olarak STEM' i disiplinler arası ve çok

disiplinli bir şekilde entegre etmeyi gösterdiler. STEM'in nasıl öğretileceğine göre, ön ankette katılımcıların fikirleri çeşitlilik göstermiştir. Bu çalışmanın çıkarımları, öğretmen eğitimcilerinin hizmet öncesi öğretmen hazırlık programları için bütünleşik STEM uygulamalarının hedefleriyle ilgilenmesinin hayati olduğunu göstermektedir.

Pimthon ve Williams (2021)'in çalışmasının sınırlılıklarını, uygulama aşamasında sadece yedi katılımcının olması ve hepsinin fen öğretiminde uzmanlaşmış olmasını belirtmektedir. Gelecekteki araştırmalar için, geliştirilen yöntemler kursunun farklı disiplinlerden öğretmen adayları arasında uygulanması tavsiyesinde bulunmuştur.

Amran, Abu Bakar, Surat, Mahmud ve Mohd Shafie (2021), çocukların STEM öğrenmeye katılımını sağlamak için öğretimde yaratıcılık önemlidir. İncelediği önceki araştırmalar, hazırlık, içerik bilgisi ve becerilerinin eksikliğinden dolayı çocukların STEM' i öğrenmesi için yaratıcılığın sınıfta yeterince desteklenmediğini iddia etmiştir. Çalışmada, STEM eğitiminde yaratıcılığın teşvik edilmesinin ihtiyaçlarını ve zorluklarını değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Çalışmada, STEM eğitiminde yer alan anahtar rol oldukları gerekçesiyle 22 okul öncesi öğretmeni ile görüşülmüştür. Yarı yapılandırılmış görüşmeler nitel içerik analizi kullanılarak analiz edilmiş ve nitel olarak kodlanmıştır. Sonuçlar STEM eğitiminde bütünleşik yaratıcılık becerisinin uygulanmasının ihtiyaçları ve zorlukları ve bunların üstesinden gelmek için en yararlı olacak desteği tartışırken, katılımcılar tarafından tanımlanan birkaç farklı tema olduğunu göstermektedir. Yaratıcılık bilgisi ile STEM eğitiminde yaratıcılığın uygulanması arasında büyük bir boşluk olduğu sonucuna varılmıştır. Katılımcılar yaratıcılığı STEM eğitimine entegre etmek için gereken özel desteği de sağlamaya çalışmıştır. Ön bulgular, birçok öğretmenin STEM eğitimine yaratıcılık becerilerini entegre etmekle ilgilendiğini göstermektedir. Bu araştırma, STEM öğretiminde yaratıcılığı teşvik etmek için profesyonel eğitimin yanı sıra pedagojik modül sağlayarak profesyonel okul öncesi öğretmenlerinin ihtiyaçlarına ve zorluklarına ışık tuttuğu umut ediliyor.

3. YÖNTEM

Araştırmanın yöntem kısmında; araştırmanın modeli, veri toplama süreci, verilerin kaynağı, verilerin analizi, incelenen çalışmalara ait bazı bilgilerden oluşmaktadır.

3.1. Araştırmanın Modeli

Bu çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden sistematik literatür taraması yöntemi kullanılmıştır. Yapılan literatür taramasında, 2017-2021 tarihleri arasında Türkiye'de Yüksek Öğretim Kurumu'nun Ulusal Tez Merkezi'nde bulunan, fizik eğitiminde STEM alanında yapılan 44 adet çalışmaya ulaşılmıştır. Literatür taraması öncesinde araştırmacı tarafından veri tabanları ve anahtar kelimeler belirlenmiştir. Yüksek Öğretim Kurumu Ulusal Tez Merkezi elektronik veri tabanları üzerinden Türkçe ve İngilizce dilinde belirlenen; "STEM, FeTeMM, Fizik Eğitimi", anahtar kelimeleri kullanılmıştır. Ulaşılan 44 adet tez araştırmacı tarafından T1, T2, T3, …şeklinde kodlanmış, çalışmaların yazar, yıl ve başlıkları ek-1'de verilmiştir.

Sistematik Literatür Taraması metodu Kitchenham'ın (2004) önerdiği, aşağıda detayları sunulan aşamalar uygulanmıştır;

- Araştırmanın planlanması
- İhtiyacın belirlenmesi
- Araştırma sorularının formüle edilmesi
- Araştırmanın yürütülmesi
- Aramanın yapılması
- Yayınların seçilmesi (içerme (include) ve dışarıda bırakma (exclude) kriterlerinin belirlenmesi)
- Yayınların analiz edilmesi
- Sonuçların özetlenmesi ve sentezlenmesi
- Araştırmanın raporlanması
- Tartışma ve sonuç

3.2. Verilerin Toplanma Süreci

Araştırma kapsamında bütün dokümanlara ulaşmanın, maliyeti, zamanı, kontrol edilmesi çok güç ve neredeyse imkânsızdır. Bundan dolayı araştırma, erişimine izin verilen STEM alanında yayımlanan "FeTeMM, STEM ve Fizik eğitimi" anahtar kelimeleri kullanılarak YÖK Ulusal Tez Merkezi'nden elde edilen lisansüstü tezlerden oluşmaktadır.

Araştırmada, alanyazında fizik eğitimi üzerine yapılan STEM çalışmalarının verileri şu basamaklar takip edilerek toplanmıştır;

1. Araştırma için bir çerçeve oluşturulması ve incelenecek sorunun tanımlanması
2. Araştırma problemi temel alınarak ilgili çalışmaların bulunup derlenmesi
3. İncelenen çalışmaların yöntem ve sonuçlarının gözden geçirilmesi
4. Elde edilen verilerin ayrıntılı bir şekilde raporlaştırılması.

Literatürde ilgisiz çalışmaların araştırmaya dâhil edilmemesi için çalışmaların içeriği de incelenmiştir. Araştırma çalışmasında literatür taraması yapılırken fizik konuları ile STEM çalışması yapılmış olmasına dikkat edilmiştir. Araştırmaya dâhil edilecek çalışmaları zenginleştirmek için, araştırma kapsamına alınacak çalışmaların anahtar kelimeleri incelenmiş ve alan uzmanlarına anahtar kelimelerin seçiminde danışılmış ve alınan geri dönütlere göre anahtar kelimeler kullanılmıştır.

Yapılan sistematik literatür çalışmasına ilişkin incelenen çalışmaların dâhil edilme kriterlerinden bazıları aşağıda verilmiştir (Önaçan, 2020);

- İncelenen çalışmalar 2017-2021 yılları arasında yapılmış olmalıdır.
- Anahtar kelimeler geçiyor olmalıdır.
- Çalışmaya sadece tez araştırmaları dâhil edilmelidir.
- İncelenen çalışmaların dili Türkçe ve İngilizce olmalıdır.
- STEM çalışması olmalıdır.
- Fizik konularını içermelidir.

Yapılan sistematik literatür çalışmasına ilişkin incelenen çalışmaların dâhil edilmeme kriterlerinden bazıları aşağıda verilmiştir (Önaçan, 2020);

- Aynı çalışma birden fazla yerde yayınlanmışsa en gelişmiş sürümü dışındakiler hariç tutulur
- Aynı çalışmanın birden fazla kopyası varsa biri dışındakiler hariç tutulur
- Metin içinde sadece bir veya birkaç yerde kelime yer alıyorsa hariç tutulur.
- Tez dışında makaleler, bildiriler veya diğer yayınlanmış çalışmaları hariç tutulur.
- Tam metnine ulaşılamayan çalışmalar hariç tutulur.

3.3. Verilerin Kaynağı

Literatür taraması sonucunda incelenen fizik eğitimi alanında lisansüstü düzeyde yürütülen STEM çalışmalarının yapıldığı üniversiteler ve yıllara göre dağılımları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Fizik Eğitimi Alanında Lisansüstü Düzeyde Yürütülen STEM Çalışmalarının Yapıldığı Üniversiteler ve Yıllara Göre Dağılımları

Üniversite	2017	2018	2019	2020	2021	Frekans	%
Kocaeli Üniversitesi	-	2	1	-	-	3	6,81
Erciyes Üniversitesi	-	1	-	-	1	2	4,54
Gazi Üniversitesi	-	-	4	1	-	5	11,36
Necmettin Erbakan Üniversitesi	-	-	2	-	-	2	4,54
Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi	-	-	1	-	-	1	2,27
Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi	-	-	1	-	-	1	2,27
Dokuz Eylül Üniversitesi	-	1	1	-	-	2	4,54
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi	-	-	1	-	-	1	2,27
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi	-	-	2	-	-	2	4,54
Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi	-	1	-	1	-	2	4,54
Ortadoğu Teknik Üniversitesi	-	-	2	-	1	3	6,81
Balıkesir Üniversitesi	-	1	2	-	-	3	6,81
Aksaray Üniversitesi	-	1	1	-	-	2	4,54
Pamukkale Üniversitesi	1	-	1	-	-	2	4,54
İnönü Üniversitesi	-	-	-	1	1	2	4,54

Fırat Üniversitesi	-	-	1	-	-	1	2,27
Boğaziçi Üniversitesi	1	-	-	-	-	1	2,27
Hacettepe Üniversitesi	-	1	-	-	-	1	2,27
Marmara Üniversitesi	-	-	3	-	-	3	6,81
Ordu Üniversitesi	-	-	-	1	-	1	2,27
Çukurova Üniversitesi	-	1	-	-	-	1	2,27
Trabzon Üniversitesi	-	-	-	-	1	1	2,27
Aydın Adnan Menderes Üniversitesi	-	-	1	-	-	1	2,27
Dicle Üniversitesi	-	-	1	-	-	1	2,27
Toplam	2	9	25	4	4	44	100

Tablo 1'e bakıldığında, yıllara oranla STEM eğitimine ilişkin yapılan çalışmalara katılan üniversite ve tez sayısının 2019 da arttığı, 2019 dan sonra tekrar düştüğü görülmektedir. Toplam 24 üniversitede fizik eğitimi alanında STEM çalışması yapıldığı, en çok çalışmanın Gazi Üniversitesinde, 2019 yılında 4 adet 2020 yılında 1 adet olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmaları 3 adet çalışma ile Kocaeli Üniversitesi, 2018'de 2 ve 2019'da 1 adet ile takip etmiştir. Marmara Üniversitesi 2019' da üç adet çalışma ile takip etmektedir. Geriye kalan üniversiteler birer ikişer çalışma yapmışlardır. Yıllara oranlarsak en çok çalışma 2019'da 25 adet yapılmış ve 2018'de 10 adet çalışma ile takip etmiştir. 2021'de ise sadece 4 adet çalışma yapılmıştır.

3.4. Verilerin Analizi

Araştırma kapsamında toplanan verilerin analiz edilmesinde yapılmış olan lisansüstü çalışmaların türü ve adetleri, yıllara göre dağılımları, yapıldığı enstitüler, kullanılan araştırma yöntemleri, değişkenleri, çalışılan fizik konuları, temel alınan yaklaşımlar (metotlar), yaygın olarak kullanılan örnekleme çeşitleri, çalışma grupları, kullanılan veri toplama araçları ve kullanılan istatistiksel tekniklerin dağılımları frekans ve yüzde olarak tablolarla ortaya konmuştur.

3.4.1. Geçerlik ve Güvenirlik

Nitel araştırmalarda geçerlik, çalışmalardan elde edilen bulguların rapor edilmesi ve araştırmacının bulgulara nasıl ulaştığına dair ayrıntılı bilgi verilmesi geçerliğin önemli ölçütlerindendir (Yıldırım & Şimşek, 2016). Sistematik literatür taraması araştırmasının amacı ve araştırma soruları açık bir şekilde belirtilmiştir. Araştırmalarda geçerliğin sağlanması güvenirlik için de çok önemlidir (Yıldırım & Şimşek, 2016). Nitel araştırmalarda güvenirliğin sağlanması için geçerlikte olduğu gibi çalışmanın her aşamasının ayrıntılı bir şekilde izah edilmesi gerekmektedir (Büyüköztürk, Çakmak Kılıç, Akgün, Karadeniz, & Demirel, 2016). Araştırmanın güvenirliği adına incelenen çalışmaların tekrar incelenmesi ve araştırmanın tekrar edilebilirliğinin sağlanabilmesi için araştırma süreci detaylı bir şekilde STEM, FeTeMM ve fizik eğitimi anahtar kelimeleriyle 45 gün sonra tekrar incelenmiştir. Bu süre sonunda tekrar incelenen çalışmalardan elde edilen kodlar ile önceki incelemenin kodları arasında %95 oranında bir uyum olduğu bulunmuştur. Miles ve Huberman modelinde içsel tutarlılık olarak adlandırılan ve kodlayıcılar arasındaki görüş birliği olarak kavramsallaştırılan bu benzerlik: $\Delta = C \div (C + \partial) \times 100$ formülü kullanılarak hesaplanabilir. Formülde, Δ : Güvenirlik katsayısını, C : Üzerinde görüş birliği sağlanan konu/terim sayısını, ∂: Üzerinde görüş birliği bulunmayan konu/terim sayısını ifade etmektedir. İçsel tutarlılığı veren kodlama denetimine göre kodlayıcılar arası görüş birliğinin en az % 80 olması beklenmektedir (Miles ve Huberman, 1994). Araştırma kapsamında çalışmalara ait kodlar belirlenirken hataların en aza indirgenmesi için uzun zaman incelenmiş ve elde edilen bilgiler tablo olarak saklanmıştır. Çalışmada geçerliğin sağlanması için uzman görüşü alınmıştır (Baltacı, 2017).

4. BULGULAR

Araştırmanın bu bölümünde, Türkiye'de 2017-2021 yılları arasında Fizik eğitimi alanında yapılan STEM tez çalışmalarına, YÖK Ulusal Tez Merkezinden ulaşılan 37 adet yüksek lisans ve 7 adet doktora olmak üzere 44 adet lisansüstü tezden elde edilen bulgulara yer verilecektir.

4.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırma kapsamında ele alınan fizik eğitimi alanında lisansüstü düzeyde yapılan STEM çalışmalarının amaçlarına ilişkin analiz sonuçları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Fizik Eğitimi Alanında Lisansüstü Düzeyde Yapılan STEM Çalışmalarının Amaçlarına İlişkin Analiz Sonuçları

Çalışmaların Amaçları	f	%
STEM etkinliklerinin katılımcıların: akademik başarı, görüş, kavramsal anlama düzeyi, motivasyon, bilimsel süreç becerileri ve STEM'e karşı tutumları üzerine etkisinin incelenmesi (T1, T2, T3, T4, T7, T8, T13, T14, T16, T17, T27, T33, T34, T35, T39, T40, T41).	17	38,63
STEM eğitimi uygulamalarının katılımcıların bilimsel yaratıcılıklarına, başarı ve eleştirel düşünme becerilerine etkisinin incelenmesi (T5, T42).	2	4,54
STEM etkinlikleri ile desteklenmiş Probleme Dayalı Öğrenme (PDÖ) yöntemiyle gerçekleştirilmesinin katılımcıların akademik başarılarına ve öğrendikleri bilgilerin kalıcılığına etkisinin incelenmesi (T6).	1	2,27
Mühendislik tasarım temelli STEM etkinlikleri geliştirmek, uygulamak ve bu etkinliklerin öğrencilerin mühendislik bilgi düzeyi, mühendislik algıları, mühendislik becerileri ve akademik başarıları üzerine etkilerini incelemek (T9, T10, T11, T22, T23).	5	11,36
STEM eğitimi ile işlenen konuların, katılımcıların bilimsel yaratıcılıkları, problem çözmeye yönelik yansıtıcı düşünme becerileri, akademik başarı, fen Bilimlerine yönelik tutumları ve fen öğretimi hakkındaki görüşleri üzerine etkisini incelemek (T15, T18, T21, T23, T29, T31).	6	13,63
STEM eğitimi ile hazırlanan uygulamaların katılımcıların akademik başarılarına, STEM ve fizik dersi başarı ve tutumlarına etkisini incelemek ve bu süreçte öğrencilerin STEM eğitimi uygulamaları konusunda görüşlerini değerlendirmek (T19, T30).	2	4,54
ASSURE Modeli kullanarak STEM Proje Temelli Öğrenme aktiviteleri geliştirmek (T26).	1	2,27
STEM ile ilgili öğretmenlik programlarında okuyan birinci sınıf ve son sınıf öğretmen adaylarının	1	2,27

STEM farkındalıklarını alan ilişkileri üzerinden tanımlamak (T28).		
İşbirlikli grup çalışması ile problem çözme yaklaşımlarının nasıl ortaya çıktığını ve çalışmanın STEM (fen, matematik, mühendislik ve teknoloji) bağlantılarının nasıl yansıtıldığını incelemek (T32).	1	2,27
STEM uygulamaları ile zenginleştirilmiş 7E Öğrenme Modeli' nin katılımcıların, üst ve alt düzey düşünme becerileri basamaklarındaki başarılarını, Yenilenmiş Bloom Taksonomisi' nin bilişsel süreç boyutunun başarılarına ve öğrenilen bilgilerin kalıcılığına etkisini tespit etmek (T36).	1	2,27
STEM yaklaşımının 5E modeline entegre edilmesi ile oluşturulan bir öğretim tasarımının, katılımcıların akademik başarılarına, bilimsel yaratıcılıklarına, bilimsel süreç becerilerine ve mühendislik becerilerine etkisinin incelenmesi (T12, T37).	2	4,54
STEM etkinlikleri ile desteklenmiş Senaryo Tabanlı Öğrenme Yaklaşımı ile gerçekleştirilmesinin katılımcıların, akademik başarılarına, fen teknoloji matematik ve mühendislik mesleklerine yönelik ilgilerine ve fen öğrenimlerine yönelik motivasyonlarına anlamlı bir etkisi olup olmadığını incelemek (T38).	1	2,27
Öğretmen adayları için STEM eğitim yaklaşımına göre bir dersi tasarlamak, uygulamak ve değerlendirmek (T43).	1	2,27
Argümantasyon ile zenginleştirilmiş STEM etkinliklerinin katılımcıların akademik başarılarına, astronomiye yönelik tutumlarına, eleştirel düşünme eğilimlerine ve STEM kariyer ilgilerine etkisini değerlendirmek ve incelemek (T20).	1	2,27
Öğrencilerin STEM disiplinlerine yönelik tutumlarını, öğretmenlerin algılarını ve sınıf içi uygulamalarını keşfetmek (T25).	1	2,27
Lise 12. sınıf öğrencilerinin STEM alanlarına yönelik ilgi ile fen ve teknoloji okuryazarlık öz yeterlik algılarının çeşitli değişkenlere göre incelenmesi (T44).	1	2,27
Toplam	44	100

Tablo 2'de çalışmaların amaçları incelendiğinde %17 ile akademik başarı, kavramsal anlama düzeyi ve STEM'e karşı tutum en fazla amaç edinilen konulardandır.

4.2. İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Fizik eğitimi alanında lisansüstü düzeyde yürütülen STEM çalışmalarının çalışma türü ve adedi sonuçları Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3. Fizik Eğitimi Alanında Lisansüstü Düzeyde Yürütülen STEM Çalışmalarının Çalışma Türü ve Adedine ilişkin Analiz Sonuçları

Çalışma Türü ve Adedi		
Çalışma Türü	Frekans	%
Yüksek Lisans	37	84,09
Doktora	7	15,90
Toplam	44	100

Tablo 3'de 2017-2021 yılları arasında fizik eğitimi alanında yapılan STEM tez çalışmalarına, YÖK Ulusal Tez Merkezinden 37 adet yüksek lisans 7 adet doktora olmak üzere 44 adet teze ulaşılmıştır.

4.3. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırma kapsamında ele alınan çalışmaların yıllara göre dağılımları Tablo 3' te verilmiştir.

Tablo 4. Fizik Eğitimi Alanında Lisansüstü Düzeyde Yürütülen STEM Çalışmalarının Yıllara Göre Dağılımına İlişkin Analiz Sonuçları

Lisansüstü Tez Türü	2017	2018	2019	2020	2021	frekans	%
Yüksek Lisans Tezi	1	7	23	3	3	37	84,09
Doktora Tezi	1	2	2	1	1	7	15,90
Toplam	2	9	25	4	4	44	100

Tablo 4' teki verilere bakıldığında 2017-2021 yılları arasında Fizik Eğitimi alanında yapılan STEM çalışmalarının, 23 yüksek lisans 2 adet doktora tezi olmak üzere, en çok 2019 yılında olduğu görülmektedir. 2017'den 2019'a kadar büyük bir artış gözlenmiş olup 2019' dan sonra artış hızında azalma görülmektedir.

4.4. Dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular

Fizik eğitimi alanında lisansüstü düzeyde yapılan STEM çalışmalarında çalışılan enstitüler Tablo 5' te verilmiştir.

Tablo 5. Fizik Eğitimi Alanında Lisansütü Düzeyde Yürütülen STEM Çalışmalarının Çalışılan Enstitülere İlişkin Analiz Sonuçları

Enstitüler	Frekans	%
Eğitim Bilimleri Enstitüsü	25	56,81
Fen Bilimleri Enstitüsü	16	36,36
Sosyal Bilimler Enstitüsü	2	4,54
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü	1	2,27
Toplam	44	100

Tablo. 5' te 2017-2021 yılları arasında fizik eğitimi alanında enstitü bazında yapılan STEM tez çalışmaları, YÖK Ulusal Tez Merkezinden 25 adet Eğitim Bilimleri Enstitüsü,16 adet Fen Bilimleri Enstitüsü, 2 adet Sosyal Bilimler Enstitüsü ve 1 adet Lisansüstü Eğitim Enstitüsü olmak üzere 44 adet teze ulaşılmıştır.

4.5. Beşinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

2017-2021 yılları arasında YÖK Ulusal Tez Merkezinde yer alan STEM eğitimine ilişkin yapılan lisansüstü tez çalışmalarında kullanılmış olan araştırma yöntemleri dağılımı Tablo 6' da verilmiştir.

Tablo 6. Fizik Eğitimi Alanında Lisansüstü Düzeyde Yürütülen STEM Çalışmalarının Kullandığı Araştırma Yöntemlerine İlişkin Analiz Sonuçları

Araştırma Yöntemi	Frekans	%
Nicel	13	29,54
Nitel	5	11,36
Karma	26	59,09
Toplam	44	100

Tablo 6’ daki bulgulara bakıldığında 2017-2021 yılları arasında YÖK Ulusal Tez Merkezinde yer alan STEM eğitimine ilişkin yapılan lisansüstü tez çalışmalarında en çok karma(f=26) ve nicel (f=13) araştırma yöntemlerinin, en az ise nitel(f=5) araştırma yöntemi tercih edildiği görülmektedir.

4.6. Altıncı Alt Probleme İlişkin Bulgular

İncelenen çalışmaların örneklem çeşidinin dağılımı Tablo7’de verilmiştir.

Tablo 7. Fizik Eğitimi Alanında Lisansüstü Düzeyde Yürütülen STEM Çalışmalarının Örnekleme Çeşitlerine İlişkin Analiz Sonuçları

Örnekleme Çeşidi	Frekans	%
Seçkisiz Örnekleme	24	54,54
Seçkisiz Olmayan Örnekleme	20	45,45
Toplam	44	100

Tablo 7’deki bulgulara bakıldığında 2017-2021 yılları arasında YÖK Ulusal Tez Merkezinde yer alan STEM eğitimine ilişkin yapılan lisansüstü tez çalışmalarında seçkisiz örneklem ile 24 adet ve seçkisiz olmayan örneklem ile 20 adet çalışıldığı tespit edilmiştir.

4.7. Yedinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

İncelenen araştırmaların çalışma grupları Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8. Fizik Eğitimi Alanında Lisansüstü Düzeyde Yürütülen STEM Çalışmalarının Çalışılan Gruplarına İlişkin Analiz Sonuçları

Çalışma Grubu	Frekans	%
Özel Yetenekli Öğrenciler(Bilim Sanat Merkezi)	1	2,27
Anaokulu Öğrencileri	-	0
İlkokul Öğrencileri	1	2,27
Ortaokul Öğrencileri	31	70,45
Ortaöğretim(Lise) Öğrencileri	6	13,63
Öğretmen Adayları	5	11,36
Öğretmenler	-	0
Yetişkinler/Halk	-	0
Belge/Doküman	-	0
Toplam	44	100

Tablo 8'de yer alan bulgulara göre en çok çalışma ortaokul öğrencileri (f=31) ile yapılmıştır. Öğretmen adayları (f=5) ve Ortaöğretim(Lise) Öğrencileri (f=6) ile yapılan çalışma sayısı ortaokul öğrencilerini takip etmektedir. Anaokulu öğrencileri, öğretmenler ve yetişkinlerle ile çalışma yapılmamıştır. En az çalışma ilkokul öğrencileri (f=1) ve özel yetenekli öğrenciler (f=1) ile yapılmıştır.

4.8. Sekizinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Çalışma kapsamında ele alınan araştırmalarda kullanılan veri toplama araçları Tablo 9' da yer almaktadır.

Tablo 9. Fizik Eğitimi Alanında Lisansüstü Düzeyde Yürütülen STEM Çalışmalarında Kullanılan Veri Toplama Araçlarına İlişkin Analiz Sonuçları

Veri Toplama Aracı	Frekans	%
Açık Uçlu Soru	1	0,71
Başarı Testi	24	17,14
Bilgi Testi	-	0
Belge-Doküman	12	8,57
Gözlem Formu	7	5,00
Görüşme Formu	16	11,42
Tutum Ölçeği	24	17,14
Anket	4	2,85
Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği	1	0,71
Motivasyon Ölçeği	3	2,14
Algı Ölçeği	1	0,71
Öz yeterlilik Ölçeği	2	1,42
Görüş Anketi	3	2,14
Bilimsel Yaratıcılık Testi	6	4,29
Kavramsal Anlama Düzeyi Ölçeği	2	1,42
Algı Testi	2	1,42
Bilgi Düzeyi Ölçeği	1	0,71
Bilimsel Süreç Becerileri Testi	6	4,29
Öğrenci Görüşleri Formu	2	1,42
Kavramsal Anlama Testi	3	2,14

Düşünme Becerileri Ölçeği	5	3,57
Görüş Ölçeği	3	2,14
Veri Kayıt Formu	2	1,42
Problem Çözme Envanteri	5	3,57
İlgi Düzeyi Ölçeği	4	2,86
Kalıcılık Testi	1	0,71
Toplam	140	100

Tablo 9’ daki bulgulara bakıldığında 2017-2021 yılları arasında YÖK Ulusal Tez Merkezinde yer alan STEM eğitimine ilişkin yapılan lisansüstü tez çalışmalarında veri toplama aracı olarak en çok Tutum Ölçeği (f=24) ve Başarı Testi (f=24) kullanılmıştır.

4.9. Dokuzuncu Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırma kapsamında STEM eğitimi ile ilgili ele alınan fizik eğitimi çalışmalarının değişken açısından analiz sonuçları Tablo 10' da verilmiştir.

Tablo 10. Fizik Eğitimi Alanında Lisansüstü Düzeyde Yürütülen STEM Çalışmalarında Çalışılan Değişkenlere İlişkin Analiz Sonuçları

Değişkenler	Frekans	%
STEM Algısı	6	6
Başarı	23	23
Bilimsel Süreç Becerileri	7	7
STEM Mesleklerine İlgi	5	4
STEM Farkındalığı	1	1
STEM Eğitimine Yönelik Görüş	10	10
STEM'e Karşı Tutum	16	16
STEM'e Yönelik Motivasyon	4	4
21.YY Becerileri	21	21
Kavramsal Anlama Düzeyi	3	3
STEM Eğitimi Yönelim Düzeyi	-	0
Diğer(kalıcılık ve tasarım)	4	4
Toplam	100	100

Tablo 10' daki bulgulara bakıldığında 2017-2021 yılları arasında YÖK Ulusal Tez Merkezinde yer alan STEM eğitimine ilişkin yapılan lisansüstü tez çalışmalarında, çalışmalar değişken açısından incelendiğinde, başarı (f=23) ve 21. yy becerileri en çok kullanılan değişkenler olduğu görülmektedir.

4.10. Onuncu Alt Probleme İlişkin Bulgular

Fizik eğitimi alanında lisansüstü düzeyde yürütülen STEM çalışmalarında ele alınan Fizik konuları analiz sonuçları Tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 11. Fizik Eğitimi Alanında lisansüstü düzeyde yürütülen STEM Çalışmalarında Ele Alınan Fizik Konularına İlişkin Analiz Sonuçları

Konu	Frekans	%
Optik	8	14,03
Mekanik	18	32,57
Termodinamik	8	14,03
Elektrik	16	28,07
Manyetizma	1	1,75
Katıhal Fiziği	2	3,51
Astronomi	2	3,51
Belirtilmemiş	2	3,51
Toplam	57	100

Tablo 11'e bakıldığında 2017-2021 yılları arasında YÖK Ulusal Tez Merkezinde yer alan STEM eğitimine ilişkin yapılan lisansüstü tez çalışmalarında, en çok çalışılan fizik konuları, Mekanik (f=18) ve Elektrik (f=16) konularıdır.

4.11. On birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Fizik eğitimi alanında lisansüstü düzeyde yürütülen STEM çalışmalarında temel alınan yaklaşımlar(strateji)/metodlar analiz sonuçları Tablo 12'de verilmiştir.

Tablo 12. Fizik Eğitimi Alanında lisansüstü düzeyde yürütülen STEM Çalışmalarında Temel Alınan Yaklaşımlar(strateji)/Metodlarına İlişkin Analiz Sonuçları

Yaklaşım/Metod	Frekans	%
Tasarım Temelli	12	26,09
Problem Temelli	5	10,87
Proje Temelli	2	4,34
Sorgulayıcı Araştırma Temelli	1	2,17
Senaryo Tabanlı	1	2,17
Argümantasyona Dayalı	2	4,34
5E Modeli	11	23,91
7E Modeli	1	2,17
STEM Temelli(Öğretim modeli kullanılmayan)	11	23,91
Toplam	46	100

Tablo 12'deki verilere bakıldığında 2017-2021 yılları arasında YÖK Ulusal Tez Merkezinde yer alan STEM eğitimine ilişkin yapılan lisansüstü tez çalışmalarında, En fazla temel alınan yaklaşım tasarım temelli (f=12) yaklaşımdır. Model olarak da 5E Modeli (f=11) daha çok kullanılmıştır.

Fizik eğitimi alanında lisansüstü düzeyde yürütülen STEM çalışmalarında tezlerde veri çözümlemede kullanılan istatistiklere ilişkin analiz sonuçları Tablo.13' te verilmiştir.

4.12. On ikinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Fizik eğitimi alanında lisansüstü düzeyde yürütülen STEM çalışmalarının veri çözümlemede kullanılan istatistiklere ilişkin analizler Tablo 13' te verilmiştir.

Tablo 13. Fizik Eğitimi Alanında Lisansüstü Düzeyde Yürütülen STEM Çalışmalarında Tezlerde Veri Çözümlemede Kullanılan İstatistiklere İlişkin Analiz Sonuçları

İSTATİSTİKLER	frekans	%
Tanımlayıcı(betimleyici) istatistikler	29	21,01
İçerik Analizi	14	10,14
Güvenirlik (Cronbach alfa, Kr-20)	13	9,42
T-Testi	26	18,84
Anova	7	5,07
Manova	1	0,72
Ancova	3	2,17
Post-Hoc (Tukey, Games Howel)	3	2,17
Regresyon	1	0,72
Korelasyon	4	2,90
Shapiro- Wilk	16	11,60
Kolmogorow- Smirnov	7	5,07
Mann Whitney U	6	4,35
Wilcoxon Signed Rank	8	5,80
Toplam	138	100

Tablo 13' teki verilere bakıldığında 2017-2021 yılları arasında YÖK Ulusal Tez Merkezinde yer alan STEM eğitimine ilişkin yapılan lisansüstü tez çalışmalarında, veri çözümlemede kullanılan istatistik yöntemlerinden en çok tanımlayıcı yöntem (f=29) tercih edilmiştir. Bağımlı ve bağımsız gruplar arasındaki farkı tespit etmek için kullanılan T-testi (f=26) ikinci sıradaki veri analiz yöntemlerindendir. Tanımlayıcı istatistikleri derinlemesine inceleyen içerik analizi 14 adet kullanılmıştır. Cronbach alfa ve Kuder-Richardson güvenirlik analizleri 13 yerde tercih edilmiştir. Anova (f=7), Manova(1), Ancova (3) olmak üzere tek ve çoklu değişken analizi ve kovaryans analizi yapılmıştır. Post- Hoc test istatistiklerinden (f=3) Tukey ve Games Howel tercih edilmiştir. Regresyon 1 ve Korelasyon dört yerde tercih edilmiştir. Normallik testlerinden: Shapiro- Wilk testi 16

ve Kolmogorow- Smirnov testi 7 yerde tercih edilmiştir. Parametrik olmayan testlerden Mann Whitney U 6 yerde ve Wilcoxon Signed Rank 8 yerde tercih edilen testlerdendir.

Tablo. 14' te fizik eğitimi alanında lisansüstü düzeyde yürütülen STEM çalışmalarının sonuçlarına ilişkin analizler verilmiştir.

4.13. On üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular

Fizik eğitimi alanında lisansüstü düzeyde yürütülen STEM çalışmalarının sonuçlarına ilişkin analizler Tablo 14' te verilmiştir.

Tablo 14. Fizik Eğitimi Alanında lisansüstü düzeyde yürütülen STEM Çalışmalarının Sonuçlarına ilişkin Analizler

Kategoriler	Tezlerin Sonuçları
STEM uygulamalarının akademik başarıya etkisi ile ilgili sonuçlar	STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarını arttırdığı görülmüştür (T1, T2, T3, T4, T6, T7, T13, T16, T19, T21, T27, T30, T33, T35, T36, T38, T20). STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarına istatistiksel anlamda farklılık oluşturmadığı belirlenmiştir (T23).
STEM uygulamalarının katılımcıların tutumlarına etkisi ile ilgili sonuçlar	STEM uygulamaları katılımcıların tutumlarını arttırmıştır (T1,T3, T16, T21, T24, T27, T29, T31, T33, T39, T20, T25). STEM uygulamalarının katılımcıların tutumlarına anlamlı bir etkisi yoktur (T4, T14, T15, T18, T19, T40).
STEM uygulamalarının katılımcıların motivasyonlarına etkisi ile ilgili sonuçlar	STEM uygulamalarının katılımcıların motivasyonlarını arttırdığı tespit edilmiştir (T7, T29,) STEM uygulamalarının katılımcıların motivasyonları üzerinde anlamlı bir farklılığı görülmemiştir (T4, T8,T38).
STEM uygulamalarının katılımcıların öğrendikleri bilgilerin kalıcılığına etkisinin incelenmesi	STEM uygulamalarının katılımcıların öğrendikleri bilgilerin kalıcılığını arttırmıştır (T6, T17, T36). STEM uygulamalarının katılımcıların öğrendikleri bilgilerin kalıcılığına anlamlı bir etkisi bulunamamıştır (T16).
STEM uygulamalarının Bilimsel yaratıcılığa etkisinin incelenmesi	STEM Uygulamalarının katılımcıların bilimsel yaratıcılıklarını arttırdığı belirlenmiştir (T5, T15, T18, T37, T42, T25).

STEM uygulamalarının Bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi	STEM uygulamalarının katılımcıların bilimsel süreç becerilerini arttırdığı görülmüştür (T7, T12, T24, T29, T34, T37, T25). STEM uygulamalarının katılımcıların bilimsel süreç becerilerini etkilemediği görülmüştür (T16).
STEM uygulamalarının kavramsal anlama üzerine etkisinin incelenmesi	STEM eğitiminin katılımcıların kavramsal anlamaları üzerine olumlu bir etkiye sahip olduğu görülmüştür (T13, T39). STEM eğitiminin katılımcıların kavramsal anlamaları üzerinde bir etkisi bulunamamıştır (T8).
STEM uygulamalarının mühendislik bilgi düzeylerine etkisinin incelenmesi	STEM uygulamalarının katılımcıların mühendislik bilgi düzeylerini arttırdığı görülmüştür (T5, T11, T25). STEM uygulamalarının mühendislik bilgi düzeyleri üzerinde anlamlı bir etkisi bulunamamıştır (T10).
STEM uygulamalarının eleştirel düşünme eğilimlerine etkisi	STEM uygulamaları katılımcıların eleştirel düşünme eğilimlerini artırmıştır (T22, T42, T20).
STEM uygulamalarının sorgulayıcı öğrenme becerilerine etkisi	STEM uygulamaları katılımcıların sorgulayıcı öğrenme becerilerini arttırmıştır (T11).
STEM alanlarına yönelik ilgi ile fen ve teknoloji okuryazarlık öz yeterlik algıları	Katılımcıların STEM alanları kariyer ilgileri ile fen ve teknoloji okuryazarlık öz yeterlik algıları, eğitimli rol modeli olan bireylerde olmayan bireylere göre yüksektir (T44).

Tablo 14’ teki bulgular incelendiğinde STEM uygulamalarının genel olarak öğrencilerin akademik başarılarını arttırdığı şeklindeki sonuçlar tespit edilmiştir. Sadece T 23’ te yapılan çalışmada STEM uygulamalarının katılımcıların akademik başarılarında istatistiksel anlamda farklılık oluşturmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca, STEM uygulamaları katılımcıların tutumlarını arttırmıştır sonuçlarına ulaşan çalışmalar: (T1,T3, T16, T21, T24, T27, T29, T31, T33, T39, T20), STEM uygulamalarının katılımcıların tutumlarına anlamlı bir etkisi yoktur sonuçlarına varılan çalışmalardan (T4, T14, T15, T18, T19, T40) beş adet fazladır. STEM uygulamalarının katılımcıların motivasyonlarını arttırdığı tespit edilen çalışmalar (T7, T29), katılımcıların motivasyonları üzerinde anlamlı bir farklılığı görülmeyen çalışmalardan 1 adet eksiktir (T4, T8,T38). STEM uygulamalarının

katılımcıların öğrendikleri bilgilerin kalıcılığını arttırdığı tespit edilen çalışmalar 3 adet olup (T6, T17, T36), katılımcıların öğrendikleri bilgilerin kalıcılığına anlamlı bir etkisi bulunamayan çalışmadan (T16) 2 adet fazladır. STEM uygulamaları katılımcıların bilimsel yaratıcılıklarını arttırdığı yönünde altı adet (T5, T15, T18, T37, T42) çalışma olup, STEM uygulamalarının katılımcıların bilimsel yaratıcılıklarına etkisi yoktur veya tespit edilmemiştir gibi herhangi bir çalışma yoktur. STEM eğitiminin katılımcıların kavramsal anlamaları üzerine olumlu bir etkiye sahip olduğu görülmüştür (T13, T39). STEM uygulamalarının katılımcıların mühendislik bilgi düzeylerini (T5, T11) ve eleştirel düşünme eğilimlerini arttırdığı tespit edilmiştir (T22, T42, T20). Katılımcıların STEM alanları kariyer ilgileri ile fen ve teknoloji okuryazarlık öz yeterlik algıları, eğitimli rol modeli olan bireylerde olmayan bireylere göre yüksektir (T44). Bu bulgu bize ebeveyn eğitiminin öğrenciler üzerinde çok büyük etkisinin olduğunu göstermektedir (Dilek, 2019).

4.14. On dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular

Fizik eğitimi alanında lisansüstü düzeyde yürütülen STEM çalışmalarının önerileri analiz sonuçları Tablo 15' te verilmiştir.

Tablo 15. Fizik Eğitimi Alanında Lisansüstü Düzeyde Yürütülen STEM Çalışmalarının Önerilerine İlişkin Analiz Sonuçları

Kategoriler	Öneriler
Araştırmacılara yönelik öneriler	➢ STEM uygulamalarının: Fen Bilimleri dersine karşı tutum, bilgilerin kalıcılığı, öğrencilerin bilimsel yaratıcılık düzeylerindeki ve 21. yüzyıl becerilerindeki gelişmeler, sosyoekonomik farklılıklar, Kız ve erkek öğrenciler arasında STEM'e karşı tutumla ilgili bir fark olup olmadığı incelenebilir (T1,T29, T31, T35, T38, T14). ➢ Kız öğrencilerin aktif katılımını artırmak için kız öğrencilerin ilgi alanlarına yönelik çalışmalar geliştirilebilir (T26,T44). ➢ Farklı sosyokültürel bölgelerde uygulama yapılıp karşılaştırılabilir (T6, T23). ➢ STEM alanlarındaki mesleklere yönelen öğrencilerin cinsiyete göre değişim gösterip göstermediği incelenebilir (T1). ➢ STEM çalışmaları farklı sınıf ve düzeydeki öğrencilerle yapılabilir (T1, T3, T4, T11, T12, T17, T19, T24, T27, T28, T33, T37, T39). ➢ Fen bilimleri derslerinin farklı ünitelerindeki konulara da uygulanabilir. (T1, T3, T4, T11, T12, T15, T17, T27, T33, T38, T39). ➢ Başka değişkenler de (motivasyon, ilgi, farkındalık vb.) eklenerek çalışma daha kapsamlı hale getirilebilir (T3). ➢ STEM uygulamalarının ders saati artırılarak, uzun bir zaman diliminde yapılması daha faydalı sonuçlar verebilir (T4, T11, T15, T19, T21, T23). ➢ STEM uygulamaları sırasında öğretmenler ile iş birliği içinde olunması olumlu sonuçlar verebilir. STEM disiplinlerine yönelik daha güncel ders etkinlikleri geliştirilebilir. Farklı türdeki okullarda STEM uygulamaları yapılarak okul türlerine göre anlamlı bir farkın ortaya çıkıp çıkmadığına bakılabilir (T4). ➢ Problem çözme becerileri, bilimsel süreç becerileri veya karar verme becerileri gibi farklı konu ve sınıf düzeyleri oluşturularak araştırmalar yapılabilir (T5).

- STEM etkinliklerinin öğrencilerin 21.yy becerilerine etkisi ile ilgili çalışmalar yapılabilir (T5, T6).
- Fen Bilimleri dersinin Kuvvet ve Hareket ünitesinde ve diğer ünitelerinde STEM Eğitimi kullanılabilir ve öğrencilerin akademik başarısı, bilgilerin kalıcılığını araştıracak çalışmalar yapılabilir (T6, T34).
- STEM Etkinlikleri meslek liseleri düzeyinde daha fazla çalışma yapılabilir (T8, T21, T44).
- Dalgalar konusuna yönelik ünitenin tüm alt başlıkları kapsayan çalışmalar yapmalarının literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir (T8).
- Daha geniş bir araştırma örneklemi ile evren tanımlanarak çalışma yapılabilir (T8, T9, T11, T17, T18, T24, T38, T40, T14).
- Mühendislik tasarım temelli STEM etkinlikleri farklı konularda ve branşlarda uygulanabilir (T9, T14).
- Mühendislik tasarım temelli STEM etkinliklerinin öğrencilerin mühendislik algılarını neden olumlu yönde etkilediği üzerine çalışmalar yapılabilir (T9).
- Öğrencilerin mühendislik becerileri hakkında veri toplamak için nicel veri toplama araçları geliştirilebilir (T9, T14).
- STEM disiplinler arası yaklaşım göz önüne alınmalı yapılan çalışmalar dört disiplini kapsayacak şekilde düzenlenmelidir (T11, T35).
- STEM yaklaşımının Öğrenciyi temel alan farklı öğretim yaklaşımları ile birlikte Fen Bilimleri dersinde kullanılması önerilmektedir (T12, T44).
- STEM eğitimi ile diğer öğretim yöntemlerinin öğrencilerin akademik başarıları ve kavramsal anlamaları bakımından kıyaslandığı çalışmaların yapılması literatüre katkı sağlayacaktır (T13, T22, T38).
- STEM eğitimi yaklaşımı ile elektrik, manyetizma, optik, dalgalar gibi diğer fizik konularında da uygulanarak öğrenci başarısı, kavramsal anlaması ya da tutumu ve motivasyonu gibi duyuşsal özellikler üzerine etkisini incelemeye yönelik çalışma yapmaları araştırmacılara önerilir (T13).
- İtme-Momentum konularının öğretimine yönelik çalışmaların yetersiz olduğu görülmüştür, bu konuların öğretimine yönelik çalışmaların gerçekleştirilmesi literatüre katkı sağlayacaktır (T13).
- Uygulamanın etkililiğini daha iyi gözlemleyebilmek açısından gözlem ve alan notları gibi nitel verilerin toplanması önerilir (T15, T28, T36, T38, T20).
- Yeni araştırmalar, özel eğitime ihtiyaç duyan farklı gereksinimi olan öğrenciler üzerine uygulanabilir (T17).
- STEM Yaklaşımı ile farklı uygulama, yöntem ve teknikler kullanılabilir (T19, T20, T17,T6, T21,T44).
- STEM yaklaşımının, özel öğrenme güçlüğü tanısı almış öğrencilerin kariyer beklentilerine, algılarına, tutumlarına ilişkin çalışmalar yapılabilir (T17).
- Projeye aile, öğretmenler ve akranlarda dâhil edilerek daha geniş kapsamlı şekilde yapılabilir (T17).
- Araştırmacılar karma analiz yöntemlerini kullanabilir (T18).
- Farklı ortaöğretim programlarında aynı uygulama yapılabilir (T19, T44).
- Uygulamada mühendislik tasarım süreci basamaklarında farklı eğitim yöntemi ve materyalleri kullanılabilir (T19).
- Bu çalışmalar yedinci sınıf "Aynalarda Yansıma ve Işığın Soğrulması" , "Işığın Maddeye Etkisi", "Basit Makineler", "Deprem dalgaları" ünitelerinde yapılmıştır. STEM eğitimi üzerine çalışacak araştırmacılar, çalışmalarını diğer ünitelerde ve konularda gerçekleştirebilirler (T21, T22, T24).
- STEM eğitimi kız çocukların mühendisliğe ilgisini arttırmak için bu yönelim üzerine etkisini ölçen araştırmalar yapılmalıdır (T21).
- STEM eğitim yaklaşımı alanında çalışma yaparken ilgili alanları içeren bir ekip oluşturulmalı ve uygulama sırasında bu uzmanlardan destek alınmalıdır (T21, T32, T36, T42).
- STEM eğitimi ile ilgili çalışmaların sayısı arttırılmalıdır (T24, T29, T33, T44).
- STEM eğitimine sanatın entegre edilmesi olarak ifade edilen STEAM eğitiminin, öğrenciler üzerindeki etkilerinin tespit edilmesi için çalışma yapılabilir (T27).
- STEM eğitimi etkinliklerinin öğrencilerin; özgüven gelişimlerine, özyeterlik inançlarına, üst düzey bilişsel becerilerine, yaratıcı problem çözme, psikomotor,

	iletişim ve sosyal etkileşim becerilerine etkisinin araştırılması önerilebilir (T27). ➢ STEM eğitimine ilişkin farklı değişkenlerin ölçülmesini sağlayacak ölçek geliştirme ve ölçek uyarlama çalışmaları yapılması önerilmektedir (T27, T42). ➢ Araştırmacının ders planı hazırlaması daha iyi sonuçlar alınmasını sağlayabilir (T34). ➢ Özel yetenekli öğrenciler ile STEM uygulamalarının yapılması önerilebilir (T37). ➢ Özel yetenekli öğrenciler için gerçekleştirilecek öğretim tasarımlarında teknoloji, mühendislik ve matematiği merkeze alan uygulamalara yer verilebilir (T37). ➢ Astronomi konularına yönelik STEM ders planları hazırlanıp uygulanabilir (T40). ➢ Araştırmacılar uygulayacağı STEM temelli etkinler için kodlama ve robotik alanlarını kullanabilir (T40). ➢ Araştırmacı, çalışmada öğrencilere doldurtacağı öğrenci etkinlik günlüklerindeki ifadelerden faydalanarak çalışmaya betimsel analiz boyutu da ekleyip çalışmanın kapsamını genişletebilir (T40). ➢ Yılın belli zamanlarındaki güneş ışınlarının açılarını hesaplama konusunun işlendiği fiziğin optik konusuna değinilebilir (T41). ➢ Özel yetenekli öğrencilerin eleştirel düşünme düzeylerini ölçme adına kullanılabilirlik ve uygulanabilirlik faktörleri dikkate alınarak ölçme araçları geliştirilebilir (T42). ➢ STEM alanlarından akademisyenler ve öğretmen eğitimcilerini içeren karma örneklemli bir grupla geniş çaplı araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır (T43).
Uygulayıcılara/ Öğretmenlere yönelik öneriler	➢ Öğrencilere STEM uygulamaları yapılarak uygulamalara alışılması sağlanabilir (T1). ➢ STEM yaklaşımlı, mühendislik tasarım tabanlı etkinliklere daha fazla yer verilmeli (T2, T32,T39). ➢ Fen Bilimleri dersinde ünitelerin kazanımlarına ait STEM etkinliği yapılabilir (T3). ➢ STEM uygulamalarının uzun bir zaman diliminde yapılması daha faydalı sonuçlar verebilir (T4, T11, T15, T13, T16, T18). ➢ STEM uygulamaları sırasında öğretmenler ile iş birliği içinde olunması önerilir(T4). ➢ STEM uygulamaları farklı sınıf ve düzeydeki öğrencilerle yapılabilir (T4, T12, T22, T35). ➢ STEM disiplinlerine yönelik güncel ders etkinlikleri geliştirilebilir (T4). ➢ STEM uygulamaları Fen Bilimlerinin farklı ünitelerinde veya diğer derslerde de uygulanabilir (T4, T12, T15, T35, T35, T27, T39). ➢ STEM eğitimi, basit malzemelerle ürünler ortaya çıkarılabileceği etkinlikler düzenlenebilir (T5,T27). ➢ Etkinlikler için grupları oluştururken öğrencilerden fikir almaları önerilebilir (T5). ➢ STEM eğitimi, Probleme dayalı öğretim yaklaşımı gibi yaklaşımlarla birlikte kullanılabilir(T6, T21). ➢ Okullar STEM eğitimine uygun hale getirilip sınıflar kurulabilir (T6, T11, T24, T27). ➢ STEM uygulaması ile yapılan ders planlarının sayısı arttırılabilir (T7). ➢ Derslerde STEM yaklaşımını sıklıkla kullanmaları tavsiye edilebilir(T8, T13, T12, T16) ➢ Ders süresinin artırılmasına yönelik program yapıcılara öneriler sunulabilir (T8). ➢ Meslek liselerine yönelik ayrı bir fizik dersi öğretim programı geliştirilebilir (T8). ➢ STEM ile öğretim yöntemi fizik dersinde uygulanması yaygınlaştırılabilir (T8). ➢ Mühendislik tasarım temelli STEM etkinliklerinde öğrencilerin grup içi heterojenliği sağlanarak gruplar halinde çalışması önerilebilir (T9). ➢ Mühendislik tasarım temelli STEM etkinliklerini kullanmaları önerilebilir (T9, T14). ➢ Eğitim- Öğretim yılı içinde sınıflara mühendisler davet edilebilir (T10, T14). ➢ Mühendislerin nasıl tasarım yaptıkları hakkında videolar izletilebilir (T10). ➢ Mühendisliklerle ilgili araştırma ödevleri verilebilir (T10). ➢ Projeler kapsamında öğrencilerin mühendislerle röportaj yapmaları sağlanabilir

	(T10). ➢ STEM etkinlikleri, mühendisliği düşündürücü şekilde vurgulayarak verilmelidir (T10). ➢ Mühendisliği erkekle özdeştiren düşüncenin ortadan kaldırılması için farklı dallarda çalışan kadın mühendisler sınıfa davet edilmelidir (T10, T14). ➢ Yapılan çalışmalar disiplinler arası yaklaşım esas alınarak yürütülmelidir (T11, T35). ➢ STEM uygulamaları okul içinde yapılmasının yanında, okul dışı faaliyetlerle desteklenebilir (T12, T24, T36, T38). ➢ Öğrenciyi temel alan farklı öğretim yaklaşımları ile birlikte kullanılabilir (T12). ➢ STEM eğitimi uygulanırken öğrenci sayısının az olması önerilmektedir(T13, T31, T34). ➢ Öğretmenin STEM etkinliklerinde rolü yönergeler şeklinde belirlenebilir (T19, T31, T34, T9, T14). ➢ STEM eğitimi, proje tabanlı eğitimlerde ayrıca etkin şekilde kullanılabilir (T21). ➢ STEM etkinlikleri, okullarda ve okul dışı aktivitelerde yaygınlaştırılmalıdır (T24, T36). ➢ Etkinliklerin uygulanma sürecinde animasyonlara yer verilebilir (T36). ➢ Argümantasyona dayalı STEM etkinliklerine daha fazla yer verilmesi önerilir (T20). ➢ Uzmanlarla iş birliği halinde öğretimler gerçekleştirilebilir (T43). ➢ Okullarımızda, fen bilimleri ve teknoloji tasarım öğretmenleri arasındaki iş birliğinin artması sağlanabilir (T25). ➢ Öğretmenler STEM entegrasyonunu nasıl uygulayacakları konusunda stratejiler hakkında güçlendirilmelidir (T25).
Müfredatı hazırlayanlara yönelik öneriler	➢ Eğitim sistemimizi yenilemeli ve üretim odaklı öğretim sağlamalıyız (T1, T30, T33). ➢ STEM eğitiminin Türkiye'de hızlı yaygınlaşması önemlidir (T1). ➢ STEM laboratuvarları oluşturulmalıdır (T1,T4,T11,T21,T23,T30,T35, T37, T44). ➢ Öğrencinin yaratıcılığını geliştirebilecek ders ortamları oluşturulmalıdır (T1, T4, T35). ➢ STEM'in nasıl uygulanacağı, öğrencilerin nasıl destekleneceği, ders planlarının nasıl yazılacağıyla ilgili hizmet içi eğitimler planlanmalıdır (T1, T2, T23, T33, T35, T37). ➢ Üniversitelerin Eğitim Fakültelerinde geleceğin öğretmenlerine disiplinler arası eğitime olanak sağlayan programlar uygulanmalı, bölümler açılmalı ve STEM uygulamaları ile ilgili pratik yapabilecekleri ortamlar sağlanmalıdır (T1, T26, T21, T33, T35, T37, T43). ➢ Bazı son işlenen üniteler öne alınmalı (T2). ➢ Ses ile ilgili fiziksel özellikler (sesin ne olduğu, dalga olduğu, gibi konular) 6.sınıftan önce öğretilmeli (T2). ➢ STEM eğitimleri Sosyal Bilimler alanlarında da uygulanabilir (T2, T3, T4). ➢ STEM ile ilgili MEB ve üniversiteler eğitimler verip öğretmenler bilgilendirilebilir(T3, T44). ➢ MEB'in ders kitaplarında ve öğretmen rehber kılavuzlarında STEM eğitiminin önemine ve STEM eğitimi ile ilgili çalışmalara yer verilebilir (T3, T23). ➢ STEM disiplinlerine yönelik daha güncel ders etkinlikleri geliştirilebilir (T4). ➢ Fen Bilimleri Öğretim Programında yer alan STEM eğitimine uygun kazanımlar artırılabilir (T4, T35). ➢ Disiplinler arası bir eğitim programı oluşturulmalıdır (T30). ➢ STEM uygulamalarına yönelik örnek etkinlikler geliştirilebilir. Programlarda, öğrencilerin Bilimsel Yaratıcılıklarını geliştirici etkinliklere yer verilebilir (T5). ➢ Fen derslerinin daha verimli olması için okullara STEM sınıfları kurulabilir (T6). ➢ STEM uygulamalarının ve etkinliklerin programda ve ders kitaplarında daha fazla yer alması önerilmektedir (T7). ➢ STEM etkinlikleri ile öğretimin ders süreleri artırılabilir (T8, T4). ➢ Meslek liselerinde ayrı bir fizik dersi öğretim programı geliştirilebilir (T8). ➢ STEM etkinlikleri fizik dersindeki tüm konular için yaygınlaştırılabilir (T8). ➢ Öğretmen ve öğretmen adaylarına STEM eğitimi konusunda hizmet içi eğitimler

	verilmeli, seminerler düzenlenmeli ve uzmanlar tarafından yetiştirilmelidir (T8, T22, T23,T24,T13, T26,T27,T29, T30, T35, T37,T42, T44). ➢ Eğitim Fakültelerinde mühendislik tasarım dersleri okutulmalıdır (T10). ➢ STEM eğitimi ile ilgili öğretmenlere; mühendislik nedir, mühendisler nasıl çalışır ve mühendislik tasarım süreci nasıldır? İle ilgili eğitimler verilmelidir (T10). ➢ Yapılan çalışmalar disiplinler arası yaklaşım esas alınarak yürütülmelidir (T11). ➢ Derslerde, mevcut öğretim uygulamaları yerine STEM etkinlikleri kullanılabilir (T16). ➢ Elektrik enerjisi ünitesine planlarda ayrılan süreden daha fazla süre ayrılmalıdır (T16). ➢ STEM eğitimi programlarına, robotik kodlama eğitimi eklenmelidir (T21, T31, T43). ➢ Robotik ve kodlama derslerde daha aktif şekilde kullanılmalıdır (T21). ➢ STEM eğitiminin erken yaşlarda itibaren başlaması gerekmektedir (T24). ➢ Pilot STEM okulları kurularak sorunlar tespit edilmeli, bu sorunları gidermek için ilgili uzmanlara ve araştırmacılara imkân ve kaynak aktarımı sağlanmalıdır (T30). ➢ STEM eğitim yaklaşımı ile hazırlanmış ders planları entegre edilmelidir (T31). ➢ Bilim merkezleri açılarak, okullarla iş birliği içerisinde, öğretmenlerin hizmet içi eğitimleri konusunda çalışmalar yapması sağlanabilir (T33, T35). ➢ STEM eğitimi üstün yetenekli öğrencilere ileri düzeyde verilmeli ve bu öğrencilerin STEM alanında kariyer yapma düşünceleri arttırılmalıdır (T33). ➢ Özel yetenekli öğrencilere yönelik etkinliklerin sayısı artırılarak yönelimleri sağlanmalı, etkinlik kitapları zenginleştirilmelidir. (T37, T42). ➢ Ülkemizde değişen fen bilimleri müfredatına hazırlanmak için öğretmenler, bilgi birikimini, beceri havuzunu ve uygulama repertuarını artıracak STEM entegrasyonu mesleki eğitimi deneyimleriyle meşgul olmalıdırlar(T25). ➢ Mesleki gelişim programları ve okul idaresi desteği STEM entegrasyonu için kritik öneme sahiptir. STEM mesleki gelişim programları, öğretmenlerin STEM entegrasyonunun sınıf uygulamaları bakımından daha farklı bir bakış açısı ve farklı stratejiler sunmaya yardımcı olma konusuna daha fazla odaklanabilir (T25). ➢ Daha etkili STEM entegrasyonu sağlanması için kaynaklar arttırılmalıdır (T25).
Uygulamaya yönelik öneriler	➢ Özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilere bireysel eğitim programı fen öğretimi yapılırken STEM yaklaşımına göre hazırlanmış öğretim yapılabilir (T17). ➢ Özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilere konuları sunarken laboratuvarda bulunan materyaller konuların amacına göre düzenlenmelidir (T17, T35). ➢ Özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilere fen bilimleri konuları sunarken STEM yaklaşımı, okul dışı öğrenme, eleştirel düşünme gibi eğitimlerle desteklenebilir (T 17, T24 T36, T38) ➢ Özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilere bireyselleştirilmiş öğretim programı hazırlarken, 21. yüzyıl becerilerini kazandıracak etkinlikler geliştirilebilir, yeni yaklaşımlara yer verilebilir (T17). ➢ Özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilere fen bilimleri konuları sunarken öğrenciye uygun pekiştireçler kullanılmalıdır (T17). ➢ Özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilere fen bilimleri konuları sunarken gerek yurt içi gerekse yurt dışında yapılan etkinlikler, çalışmalar ders yürütücüsü tarafından incelenmelidir (T17). ➢ Öğrencilerin merakını arttırıp üst düzey düşünme becerilerini geliştirmeye yönelik olan robotik gibi etkinliklerin bütçelendirmesi ile ilgili olarak destek veren kurum ve kuruluşlarla çalışmaların projelendirilmesi ve bilim şenliği ile ürünlerin sunumu gerçekleştirilmelidir (T29). ➢ STEM eğitimi öğretim programının bir parçası olmalı ve bütün disiplinlerle ilişkilendirilmelidir. Öğretim programları hazırlanırken bütünleştirilmiş program şemaları hedef, içerik, öğrenme-öğretme ve ölçme-değerlendirme ögeleri bütünlüğünde çıkarılmalıdır (T29). ➢ Bilim uygulamaları gibi seçmeli derslerin programlarının belirsiz çerçevede olması nedeniyle STEM merkezli öğretim programı, kuramdan uygulamaya geçişte STEM etkinliklerinin olduğu bir program olarak ihtiyaç analizi çalışmasının ardından hazırlanmalıdır (T29).

	➢ Etkinliklerde fen-teknoloji-toplum-çevre ilişkisi kurma, çevre koruma bilincine yönelik etkinliklere yer verilmelidir (T29). ➢ Sınıf ya da sınıf dışı ortamlarında öğrenciler iş birliğine dayalı bilimsel yöntemi uygulayacakları sosyal sorumluluk projeleri geliştirmeye yönlendirilmelidir (T29). ➢ STEM eğitimi sadece bir araç ya da meta olarak görülmemeli, sadece bilim merkezleri ve fuarlarda yapılan etkinlikler olarak kalmamalı, ihtiyaç analizi çalışmaları yapılarak, ekonomik, psikolojik ve toplumsal temeller esas alınarak felsefesi olan öğretim programları geliştirilmelidir 8T29). ➢ STEM etkinliklerinin tasarımında öğrencilere erken yaşlardan itibaren bilgi işlemsel düşünme becerilerini kazandırmaya yönelik olarak her düzeyde etkinlikler geliştirilmelidir (T29). ➢ Ders planları geliştirilirken süre konusunda esneklik sağlanmalı ve öğrenciler 40 dakikalık ders bloklarına ayrılmak zorunda kalmamalıdır (T29). ➢ Öğrencilerin kendilerini rahat ifade edebilecekleri, esnek, malzemelerini ve ürünlerini koyabilecekleri, grup çalışmalarına uygun, geniş ve teknolojik olarak destek sağlanmış öğrenme ortamları oluşturulmalıdır (T29). ➢ Astronomi konusunda uzman bir akademisyen, astronom veya uzay mühendisinin araştırma ortamına dahil edilmesi süreci öğrenciler açısından daha ilgi çekici ve eğlenceli hale getirebilir (T40). ➢ STEM disiplinleri ile astronomi konularını öğrenmek öğrencilerin duyuşsal alanlarına hitap edebilmekte, öğrenmeyi keyifli hale getirmektedir. Bu nedenle astronomi konularının öğretimi üzerine daha fazla durulmalıdır (T20). ➢ Astronomi ile ilgili konuların birçok disiplin ile ilişkilendirilmesiyle temel eğitimde astronomiye yönelik olumsuz görüşlerin bu şekilde olumlu görüşe dönüşebileceği düşünülmektedir (T20). ➢ Astronomi ile ilgili konuların birçok disiplin ile ilişkilendirilmesiyle temel eğitimde astronomiye yönelik olumsuz görüşlerin bu şekilde olumlu görüşe dönüşebileceği düşünülmektedir (T20). ➢ Özel yetenekli öğrencilerin STEM etkinliğine bağlı olarak meydana getirecekleri tasarımlarda girişimciliğin önemi kavratılarak süreci ve tasarımı içselleştirmeleri sağlanabilmelidir (T42). ➢ Uzmanlarla iş birliği halinde öğretimler gerçekleştirilebilir (T43). ➢ İyi bir STEM entegrasyonu uygulaması sadece öğretmenlerin öğrettiği konuyu ele almakla kalmayıp aynı zamanda diğer STEM disiplinlerinin kazanımlarıyla da ilgili olmalıdır. Bu, STEM entegrasyonunu daha etkili bir şekilde öğretilmesine ve sınıflarda STEM entegrasyonunu uygulanmasında daha istekli olmaya yardımcı olabilir(T25).

Tablo 15’ te fizik eğitimi alanında yapılmış STEM çalışmalarının öneriler kısmı incelenmiştir. Bu önerilerden, araştırmacılara yönelik olan kısmında araştırmacılar çalışmadıkları konuları ve boyutları işaret etmişlerdir. Birbirinden bağımsız olan bu çalışmalarda bir çalışma bir diğer çalışmayı da işaret etmiştir. Genel bir bakış ile STEM çalışmalarının farklı sınıf ve düzeyde yapılması, farklı konularda farklı değişkenlerle yapılması tavsiye edilmiştir.

Öğretmenlere yönelik önerilerde ise; STEM uygulamaları ile ders işlenmesi, STEM alt alanlarının aktif şekilde kullanılması önerilmiştir. Mühendisliğe vurgu yapılarak mühendislerin sınıflara davet edilmesi ve mühendislik tasarım temelli STEM uygulamaları

önerilmiştir. Bunun yanında STEM uygulamaları diğer öğretim yöntem ve teknikleri ile birlikte kullanılması tavsiye edilmiştir.

Müfredatı hazırlayanlara yönelik tavsiyelerde; Eğitim sistemine STEM uygulamaları entegre edilmeli, ders programları hazırlanmalı, eğitimci yetiştirmeli, hizmet içi eğitim ve seminerler düzenlenmeli tavsiyelerinde bulunulmuştur. Üniversitelerde STEM bölümleri açılması, var olan bölümlere STEM dersleri konulması önerilmiştir.

Uygulamaya yönelik Önerilerde; Özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilere vurgu yapılarak uygulamaların yaygınlaştırılması önerilmiştir. STEM için normal ders saati az gelmektedir ders süreleri arttırılmalı, etkinlikler için ayrılan süreler uzatılmalıdır. STEM eğitiminin, eğitim öğretimin bir parçası haline gelmesi düşünülmektedir.

5. TARTIŞMA

Fen, teknoloji, mühendislik ve matematiği içeren bütüncül bir eğitim yaklaşımı olan STEM'in önemi ve yaygınlığı son yıllarda giderek artmaktadır. STEM'in ülkelerin yeni dünya düzeni ve ekonomisinde rekabet edebilmeleri ve öne çıkabilmeleri için çok önemli olduğu belirtilmektedir. Her ülkenin başta eğitim olmak üzere çeşitli alanlarda 4.0 sanayi devrimi dönemiyle yüzleşmeye hazır olmaya ihtiyacı vardır. Bir ülke ön muhafızı olan eğitim için, süreç standartlarına uygun en iyi olanakları sağlamalıdır. Böylece küresel dünyada rekabet etmeye hazır, yetkin mezunlar yetiştirebilecektir (Widayanti ve diğ., 2019).

Ülkemizde STEM ile ilgili çalışmaların artışını sağlamaya yönelik eğitim kurumlarında nasıl ve ne şekilde uygulanacağı konusunda bir netlik yoktur. Akademik alanda ise STEM eğitimi ile ilgili çalışmalar başlatılmış ancak henüz istenilen düzeyde değildir. Ulusal literatür tarandığında bu sıklıkla karşılaşılan bir durumdur. Çalışmaların büyük çoğunluğunun belirli disiplinlerle ilgili olduğu ve belirli bir eğitim düzeyinde yoğunlaştığı görülmektedir. Ayrıca çalışmaların STEM eğitimi ile ilgili bir ürün veya çıktı ortaya koymaktan çok görüşlere odaklandığı anlaşılmaktadır (Sarıca, 2020). Gelinen noktada bu durumlar bir zorunluluk olarak görülmekte ve ülkemizde yürütülen STEM çalışmalarının kapsamlı bir şekilde incelenmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir.

STEM eğitiminin uygulanabilir olduğu ancak uygulama noktasında bazı sorunların olduğu ve STEM'de disiplinlerin entegrasyonunun önemli olduğu yönünde ifadeler yer almaktadır. STEM eğitiminin başarılı bir şekilde uygulanmasının önünde bazı engeller olduğu bilinmektedir. Buna göre bu engeller şunlardır: Nitelikli STEM öğretmeni sayısının azlığı, öğretmenlerin mesleki gelişimine yeterli yatırımın olmaması, öğrencilerin yeterli hazırlık yapmaması ve ilham kaynaklarının olmaması, bireysel öğrenenlerle iletişim eksikliği. Okul sisteminden yeterli desteğin olmaması, STEM alanlarında araştırma ve iş birliğinin olmaması, içeriğin hazırlanmasındaki yetersizlik, zayıf içeriklerin ve değerlendirme yönteminin sunulması, laboratuvar olanaklarının ve eğitim araçlarının yetersiz olması, öğrenciler için uygulamalı etkinliklerin olmaması (Ejiwale, 2013). Öğretmenlerin yeterlikleri, mesleki gelişimleri, eğitimleri, ölçme ve değerlendirmeleri, fiziksel ve sosyal altyapıları, program geliştirme çalışmaları, uygulamadaki sorunlar, okul

yöneticileri ve paydaşlar arasında iş birliği eksikliği gibi başlıklar altında sorunlar olduğu belirtilmektedir.

5.1. Birinci Alt Probleme Ait Bulguların (Çalışmaların amaçları) Tartışılması

Fizik Eğitimi alanında yapılan STEM çalışmalarının amaçları analiz edildiğinde, STEM etkinliklerinin katılımcıların, akademik başarılarına yoğunlaştığı, bunun yanında görüş, kavramsal anlama düzeyi, motivasyon, bilimsel süreç becerileri ve STEM'e karşı tutumları üzerine etkisinin incelenmesi ile ilgili amaç edinen çalışmaların yoğunlukta olduğu tespit edilmiştir. Bu bağlamda, STEM uygulamalarında akademik başarının öncelik kabul edildiği söylenebilir. Diğer beş adet çalışmada da, mühendislik tasarım temelli STEM etkinlikleri geliştirmek, uygulamak ve bu etkinliklerin öğrencilerin mühendislik bilgi düzeyi, mühendislik algıları, mühendislik becerileri ve akademik başarıları üzerine etkilerini incelenerek başarının etrafında kümelenmektedir. Yine başarı hedef alınarak STEM eğitimi ile işlenen konuların, katılımcıların bilimsel yaratıcılıkları, problem çözmeye yönelik yansıtıcı düşünme becerileri, akademik başarı, fen bilimlerine yönelik tutumları ve fen öğretimi hakkındaki görüşleri üzerine etkisini incelemek amacıyla yapılan altı adet çalışma amaçları yoğunluktadır. STEM eğitimi uygulamalarının katılımcıların bilimsel yaratıcılıklarına, Başarı ve eleştirel düşünme becerilerine etkisinin incelenmesini amaç edinen çalışma sayısı arttırılabilir. STEM etkinlikleri ile desteklenmiş Probleme Dayalı Öğrenme (PDÖ) yöntemiyle gerçekleştirilmesinin katılımcıların akademik başarılarına ve öğrendikleri bilgilerin kalıcılığına etkisinin incelenmesi amacını edinen çalışmaların sayısı yeterli olmamasının yanında diğer öğrenme ve öğretme yöntemiyle yapılacak çalışma sayısı arttırılabilir. STEM eğitimi ile hazırlanan uygulamaların katılımcıların akademik başarılarına, STEM ve fizik dersi başarı ve tutumlarına etkisini incelemek ve bu süreçte öğrencilerin STEM eğitimi uygulamaları konusunda görüşlerini değerlendirmek amacıyla yapılan iki adet çalışma bulunmuştur. Fizik dersi özelinde, diğer değişkenleri içeren çalışma sayısı çok azdır. Türkiye genelinde fizik dersine karşı ilgisizlikten kaynaklanmaktadır. Üniversitelerde fizik bölümü olmasına rağmen, gelecek kaygısı nedeniyle tercih edilmemektedir. Tomaç (2019), bir öğretim materyali geliştirme modeli olan ASSURE Model'i kullanarak, STEM ile Proje Temelli Öğrenme aktiviteleri geliştirmek amacıyla çalışma yapmıştır. Tezsezen (2017), STEM ile ilgili öğretmenlik programlarında okuyan birinci sınıf ve son sınıf öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarını alan ilişkileri üzerinden tanımlamak amacını edinen çalışması öğretmen

adayları ile çalışmalarda bir örnek teşkil etmektedir. Öğretmen ve öğretmen adaylarının STEM çalışmalarına katılmasının, STEM eğitiminin yaygınlaşması açısından çok önemli olduğu, çalışma sayısının arttırılması gerektiği söylenebilir. Gelen (2019), İşbirlikli öğrenme grup çalışması ile problem çözme yaklaşımlarının nasıl ortaya çıktığını ve çalışmanın STEM bağlantılarının nasıl yansıtıldığını incelemek amacıyla, çevreci maket ev tasarımı çalışmıştır. Bir diğer çalışma amacı, STEM uygulamaları ile zenginleştirilmiş 7E Öğrenme Modeli' nin katılımcıların, üst ve alt düzey düşünme becerileri basamaklarındaki başarılarını, Yenilenmiş Bloom Taksonomisi' nin bilişsel süreç boyutunun başarılarına ve öğrenilen bilgilerin kalıcılığına etkisini tespit etmektir (Güven, 2020). İki adet çalışma ile, STEM yaklaşımının 5E modeline entegre edilmesi ile oluşturulan bir öğretim tasarımının, katılımcıların akademik başarılarına, bilimsel yaratıcılıklarına, bilimsel süreç becerilerine ve mühendislik becerilerine etkisinin incelenmesi amaç edinilmiştir (İzgi, Ayverdi, 2020, 2018). Diğer çalışmaların sayısı birer adet olmak üzere: STEM etkinlikleri ile desteklenmiş Senaryo Tabanlı Öğrenme Yaklaşımı ile gerçekleştirilmesinin katılımcıların, akademik başarılarına, fen teknoloji matematik ve mühendislik mesleklerine yönelik ilgilerine ve fen öğrenimlerine yönelik motivasyonlarına anlamlı bir etkisi olup olmadığını incelemek öğretmen adayları için STEM eğitim yaklaşımına göre bir dersi tasarlamak, uygulamak ve değerlendirmek, Argümantasyon ile zenginleştirilmiş STEM etkinliklerinin katılımcıların akademik başarılarına, astronomiye yönelik tutumlarına, eleştirel düşünme eğilimlerine ve STEM kariyer ilgilerine etkisini değerlendirmek ve incelemek, Öğrencilerin STEM disiplinlerine yönelik tutumlarını, öğretmenlerin algılarını ve sınıf içi uygulamalarını keşfetmek ve öğrencilerin STEM alanlarına yönelik ilgi ile fen ve teknoloji okuryazarlık öz yeterlik algılarının çeşitli değişkenlere göre incelenmesidir.

Araştırmadan elde edilen bu bulgulara bakıldığında incelenen tezlerde amaç olarak daha çok başarı, tutum ve görüş gibi bağımlı değişkenlere odaklanıldığı tespit edilmiştir. STEM uygulamalarının temel alındığı fizik eğitimi çalışmalarında özellikle başarıya odaklanılması bir sınırlılık olarak görülmektedir. İncelenen araştırmalarda bilişsel alanın yanında duyuşsal alan hedeflerinin de ele alınmasının olumlu fakat yeterli olmadığı düşünülmektedir. Bunun yanında psikomotor alan hedeflerine yönelik çok az çalışmanın olduğu görülmektedir. Bu durumun da STEM uygulamalarını baz alan fizik eğitimi literatürü açısından önemli bir eksiklik olduğu düşünülmektedir. Gelecekte toplumların bir çok açıdan gelişmesinde rolü olacak olan STEM eğitimine yönelik kariyer ilgisinin daha çok işlenmesi ve çalışmalarda

STEM kariyer ilgisinin arttırılmasını amaçlayan çalışmaların daha çok yürütülmesi gerektiği düşünülmektedir. Böylelikle STEM alanlarında yetişecek nitelikli ve donanımlı birey sayısı arttırılabilir. Literatüre bakıldığında fen alanında yapılan doküman analizi çalışmalarında bu bulguyu destekleyen çalışmalara rastlanmıştır. Örneğin Şenkal ve Dinçer (2016) yaptıkları çalışmada fizik eğitimi çalışmalarının başarı, tutum ve görüşe yönelik amaçlara odaklanıldığını ifade etmişlerdir. Benzer olarak Doğru, Gençosman, Ataalkın ve Şeker (2012) araştırmanın bulgularını destekler sonuçlara ulaşmışlardır. Daşdemir, Cengiz ve Aksoy (2018) yaptıkları STEM eğitimi eğilimi araştırmasında çalışmalarda daha çok başarı, bilgi ve görüşe yoğunlaştığını ifade etmişlerdir.

5.2. İkinci Alt Probleme İlişkin Bulguların (Çalışma Türü ve Adetleri) Tartışılması

İkinci alt probleme ilişkin bulgular incelendiğinde, Türkiye'de 2017-2021 yılları arasında fizik eğitimi alanında yapılan STEM tez çalışmalarına, YÖK Ulusal Tez Merkezinden ulaşılmıştır. 37 adet yüksek lisans ve 7 adet doktora olmak üzere 44 adet lisansüstü tez incelenmiştir. Bu bulgudan hareketle STEM yaklaşımını içeren fizik eğitimi çalışmalarının daha çok yüksek lisans aşamasında yoğunlaştığı söylenebilir. Üniversitelerin çoğunda fizik eğitimi yüksek lisans programının olması ve doktora program sayısının Türkiye genelinde sınırlı olması bu duruma gerekçe olarak gösterilebilir. Bunun yanında doktora programlarına giriş şartlarının yüksek lisans programlarından daha ağır olması nedeniyle literatürdeki doktora programı tez sayısı daha azdır. Bu durumun ilgili literatür için bir sınırlılık olduğu düşünülmektedir. Doktora gibi önemli bir aşamada da STEM'i baz alan fizik eğitimi çalışmalarının arttırılması gerektiği düşünülmektedir.

5.3. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulguların (Çalışmaların Yıllara Dağılımı) Tartışılması

Bu çalışmanın üçüncü alt problemi, tezlerin yıllara göre dağılımının nasıl olduğudur. Tablo 4'teki bulgulara bakıldığında 2017-2021 yılları arasında fizik eğitimi alanında yapılan STEM çalışmalarının, 2019 yılında 23 yüksek lisans 2 adet doktora tezi olmak üzere, bu alanda en çok çalışılan yıl olarak görülmektedir. 2017'den 2019'a büyük bir artış gözlenmiş olup 2019'dan sonra artış hızında azalma görülmektedir. Verilerin toplandığı tarihte Yükseköğretim Kurulu'nun tez merkezinde ulaşılabilen tezler bu çalışma kapsamına alınmıştır. 2022 yılında yürütülen tezlere veri toplama anında ulaşılamadığından, bu tezler yapılan çalışmaya dahil edilememiştir. Bu durum bu

çalışmanın bir sınırlılığı olarak görülebilir. Bu çalışmada ulaşılan toplam tez sayısı 44 olup, bu çalışmaların büyük çoğunluğunun 2019'da yapıldığı anlaşılmaktadır. Bu bulgudan hareketle son yıllarda fizik eğitimi alanında STEM yaklaşımına yönelik ilgi ve çalışmaların arttığı söylenebilir. Bu durum, Milli Eğitim Bakanlığının STEM alanlarına daha çok önem vermeye ve ülke genelinde STEM merkezleri kurmaya başlamasının olumlu bir yansıması olarak görülebilir. Yıldırım ve Gelmez- Burakgazi (2019) yaptıkları çalışmada Türkiye'de STEM eğitim çalışmalarının 2014-2019 yılları arasında artış gösterdiğini ifade etmişlerdir. Ayrıca Sarıca (2020)'de yaptığı çalışmada yerli literatürde STEM ile ilgili yayınların sayısının son yıllarda arttığından bahsetmektedir.

5.4. Dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulguların (Çalışılan Enstitüler) Tartışılması

Araştırmada, 2017-2021 yılları arasında fizik eğitimi alanında enstitü bazında yapılan STEM tez çalışmaları, YÖK Ulusal Tez Merkezinden 25 adet Eğitim Bilimleri Enstitüsü,16 adet Fen Bilimleri Enstitüsü, 2 adet Sosyal Bilimler Enstitüsü ve 1 adet Lisansüstü Eğitim Enstitüsü üzere 44 adet teze ulaşılmıştır.

Ülkemizde STEM eğitimi neredeyse fen eğitimi dışında uygulama alanı bulamamaktadır. Öztürk (2020) Sosyal Bilimler Enstitüsünde çalışma yapmış olsa da bu çalışma ilkokul 4. Sınıf Fen Bilimleri dersinde kuvvetin etkileri konusunda yapılmış bir çalışmadır. Benzer şekilde Karcı (2018)'da Sosyal Bilimler Enstitüsünde 5. Sınıf elektrik konusunda çalışma yapmıştır. STEM Sanat ile birleşme ihtiyacı duyduğu gibi gün geçtikçe daha geniş alanlara yayılmaktadır. Sanat ve STEM eğitiminde bilim için yeni ve ilgi çekici platformlar oluşturulabilir. Örneğin uzay keşfine teşvik etmek için tiyatro performansı, bilimi hikaye içinde yorumlamak ve mizah gibi araçlar kullanılabilir. Böylece STEM alanında diğer enstitüler de çalışma yürütebilirler. Disiplinler arası ilişkilerde çalışan sanatçıların teşvik edilmesi ve desteklenmesi mevcut metodolojiyi daha da genişletecektir. Bilim ve teknolojinin gelecekteki ekonomik büyüme ve kalkınmanın anahtarı olduğu konusuna neredeyse yapılan bütün çalışmalar değinmektedir. Ancak bilime olan ilginin artması için işin içine sanat boyutunun katılması önem kazanıyor. Düşünülebilir ki, eğlenirken, doğuştan gelen merak duygusuna erişirken bilinçaltında öğrenilmektedir (Shaw ve diğ., 2015). Bütün bunlardan hareketle STEM alanlarının sadece eğitim ve fen bilimleri enstitüleri değil sosyal bilimler enstitüleri için de uygun olduğunu göstermektedir.

5.5. Beşinci Alt Probleme İlişkin Bulguların (Araştırma Yöntemleri) Tartışılması

Bu çalışmanın beşinci alt problemi, fizik eğitimi ile ilgili yapılan STEM çalışmalarının hangi araştırma yöntemlerini tercih edildiğine ilişkin sonuçların nasıl olduğudur. Tablo 6'daki bulgulara bakıldığında 2017-2021 yılları arasında YÖK Ulusal Tez Merkezinde yer alan STEM eğitimine ilişkin yapılan lisansüstü tez çalışmalarında en çok karma ve nicel araştırma yöntemlerinin, en az ise nitel araştırma yöntemi tercih edildiği görülmektedir. Nitel ve Nicel verilerin birlikte kullanıldığı karma araştırma yöntemlerinde değişkenler de nicel ve nitel olarak kullanılır. Bağımlı ve bağımsız değişkenler aralarındaki ilişki ortaya konulduktan sonra nitel yöntemle devam edilerek bulgular derinlemesine incelenir (Özmen & Karamustafaoğlu, 2019).

Sarıca (2020), yaptığı araştırmada STEM eğitimi ile ilgili makalelerde yapılan çalışmalarda önce nicel yöntem, sonra nitel yöntem, ardından karma yöntem kullanıldığını, STEM eğitimi ile ilgili yayınların incelendiği başka bir çalışmada (Çavaş ve diğ., 2020). ise bu araştırmalarda çoğunlukla nicel yöntemin, ardından nitel yöntemin ve ardından karma yöntemin kullanıldığı belirtilmektedir. Aydın-Günbatar ve Tabar (2019) ise STEM araştırmalarını inceledikleri çalışmalarında nitel yöntemin yüzde elli oranında kullanıldığını tespit etmişlerdir. Bu çalışmanın sonuçları ile bulguları paylaşılan diğer çalışmaların sonuçları arasındaki farklılıklar, bu çalışmada STEM eğitimi ile ilgili tezlerin incelenmesinden ve diğer araştırmalarda daha çok makalelerin incelenmesinden kaynaklanmış olabildiği düşünülmektedir. Özcan ve Karabaş (2019) yaptıkları çalışmada, STEM konusunda bilimsel dergilerde yayımlanan makalelerden elde ettiği bulgulara göre STEM çalışmalarında, içerik analizlerinin kullanıldığı nitel çalışmalar ön plana çıkmaktadır.

5.6. Altıncı Alt Probleme İlişkin Bulguların (Örnekleme Çeşitleri) Tartışılması

Bu çalışmanın altıncı alt problemi, fizik eğitimi ile ilgili yapılan STEM çalışmalarının tercih edilen örnekleme çeşitlerinin ne olduğudur. Tablo 7'deki bulgulara bakıldığında 2017-2021 yılları arasında YÖK Ulusal Tez Merkezinde yer alan fizik eğitimi alanında STEM yaklaşımına ilişkin yapılan lisansüstü tez çalışmalarında seçkisiz örneklem 24 adet ve seçkisiz olmayan örneklem 20 adet kullanıldığı tespit edilmiştir. Püsküllü (2019) yaptığı çalışmada, incelenen akademik çalışmalarda örneklem gruplarının

seçilmesinde daha çok seçkisiz örnekleme tercih edildiği tespit edilmiştir. Seçkisiz örnekleme, örneklemede yer alan birimlerin seçilme olasılıklarının eşit ve seçilme durumlarının birbirinden bağımsız olmasıdır. Bunlar: basit rastgele, sistematik, tabakalı ve küme örneklemedirler. Seçkisiz olmayan örnekleme yöntemleri amaçlı, kota ve uygun örneklemedir. Araştırmaya katılan her bir birimin örneklemeye katılma olasılığı bilinmediği için evreni temsil etme gücü hakkında bir şey söylenemez (Özmen & Karamustafaoğlu, 2019).

Araştırmacıların tüm evrenle çalışması zordur, çünkü evren büyüdükçe çalışılması zorlaşır. Bu yüzden kaynağın tamamıyla çalışmak yerine belli bir kesit üzerinde çalışılması daha ekonomiktir. Evrende incelenmek üzere seçilen ve evrenin özelliklerini yansıttığını düşünülen kişilere örneklem denir. Eğer ilgili grup ulaşılamayacak kadar büyükse, tüm grubun kullanılması mümkün olmamakla birlikte; coğrafi olarak dağınıksa bu grubun çalışmasının sonuçları zaman, para ve çaba açısından oldukça masraflıdır (Yener & Abdulkadir, 2007). Bu sebeple yapılan bu çalışmalar ekonomik olması açısından yerinde yapılmıştır. Zaten bir örneklem iyi seçilmişse, bu kadar kaynak harcamasına girmeden de araştırma sonuçları, temelde o evreni temsil edebilmektedir.

5.7. Yedinci Alt Probleme İlişkin Bulguların (Çalışılan Gruplar) Tartışılması

Bu çalışmanın yedinci alt problemi, Fizik eğitimi alanında STEM çalışmaları ile ilgili tezlerde hangi çalışma gruplarının tercih edildiğine ilişkin sonuçlarının nasıl olduğudur. Elde edilen bulgulara göre en çok çalışma ortaokul öğrencileri (f=31), öğretmen adayları ve Lise Öğrencileri (f=5) ile yapılmıştır. Anaokulu öğrencileri, Öğretmenler ve yetişkinlerle ile çalışma yapılmamıştır. En az çalışma: İlkokul öğrencileri (f=1) ve Özel Yetenekli Öğrenciler (f=1) ile yapılmıştır. Türkiye'de yapılan fizik eğitiminde STEM çalışmalarının katılımcıları olarak öğretmen adayı ve ortaokul öğrencileri yoğunluk göstermektedir. Erken yaşlarda öğrencilerin STEM ile tanışmaları önemlidir. Ortaokul yaşlarındaki çocukların katılımcı olarak seçilmesi ilgi ve motivasyonlarını artıracağını ve STEM mesleklerine yönelecekleri düşünülmektedir (Çiftçi, 2018). Püsküllü (2019), yaptığı çalışma sonuçlarında örneklem gruplarını en fazla ortaokul öğrencilerinin oluşturduğunu tespit etmiştir. (Özcan ve Karabaş (2019), STEM konusunda bilimsel dergilerde yayımlanan makalelerin İncelenmesinden elde ettiği bulgulara göre, STEM çalışmalarında ilkokul ve ortaokul öğrencileriyle çalışmalar tercih

edilmiştir. Araştırmadaki bulgular özel yetenekli öğrencilerle bir adet çalışma yapıldığını, öğretmenlerle çalışılan araştırmaların olmadığını da göstermektedir. Özel yetenekli öğrencilerle çalışmaların sayısının arttırılması önemlidir. Öğretmenlerin STEM'i tanımaları ve öğrencilerle etkinlik yapılması açısından öğretmenlerle yapılan çalışmaların sayısı arttırılmalıdır. Ülke genelinde, öğretmenler ile yapılan çalışmaların azlığının yanında en çok çalışma fen bilgisi öğretmenleri adayları ile yürütülmüştür. STEM eğitiminin başarıya ulaşabilmesi için özellikle öğretmenlerin eğitim almaları gerekmektedir. Öğretmen ve öğretmen adaylarına STEM eğitimi konusunda hizmet içi eğitimler verilmeli, seminerler düzenlenmeli ve uzmanlar tarafından yetiştirilmelidir (Nağaç, 2018). Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi almış öğretmenlerin kazandıkları bilgi ve becerileri STEM alanlarında bağdaştırabilecekleri ortamlar sağlamak gerekmektedir. Bu alanın mezunları, kodlama, problemlere çözüm üretmeyi ve yaratıcı düşünmeyi yani STEM ile bilişimi bağdaştırabilen eğitimciler olarak yetişmeleri önemlidir.

5.8. Sekizinci Alt Probleme İlişkin Bulguların (Veri Toplama Araçları) Tartışılması

Bu çalışmanın sekizinci alt problemi, Fizik eğitimi STEM çalışmaları ile ilgili tezlerde veri toplama araçlarının tercih edilmesine ilişkin sonuçların nasıl olduğudur. Tablo 9'daki bulgulara bakıldığında 2017-2021 yılları arasında YÖK Ulusal Tez Merkezinde yer alan STEM eğitimine ilişkin yapılan lisansüstü tez çalışmalarında veri toplama aracı olarak en çok Tutum Ölçeği ve Başarı Testi gibi veri toplama araçlarının kullanıldığı anlaşılmaktadır. Akademik başarı testi, başarıyı ölçmek için geliştirilen testlerdendir. Tutum ölçeği ise uygulamadan sonra STEM'e yönelik tutumlarını ölçmek için kullanılmıştır.

Ayrıca diğer testler, etkinlikler (ürünleri)/uygulamaları, gözlem (form), günlükler gibi veri toplama araçları ile ses kayıtları, videolar, fotoğraflar ve belgeler gibi görsel-işitsel araçlar, diğer veri toplama araçları arasında görülmektedir. Bunun yanında formlar, sorular, ders planları, alan notları da tercih edilmektedir. Öğrenci defterleri, rubrik gibi araçlar da çok sık olmasa da veri toplama aracı olarak tezlerde kullanılmıştır. Yapılan çalışmada nicel yöntemin kullanıldığı STEM ile ilgili araştırmalarda en çok sırasıyla ölçek, anket ve testler gibi araçların kullanıldığı, yarı yapılandırılmış görüşme gibi araçların da sıklıkla kullanıldığı görülmektedir. Nitel yöntemin tercih edildiği araştırmalarda en çok alan notları ve çizimler kullanılmaktadır. Yapılan çalışmada STEM eğitimi ile ilgili yapılan araştırmalarda kullanılan veri toplama araçları dokümanlar, görüşmeler, testler (algı,

tutum, yetenek vb.), başarı testleri, gözlemler, anketler olarak sıralanmıştır. İhtiyaca göre diğer veri toplama araçları ve alternatif ölçme ve değerlendirme araçları da kullanılabilmektedir.

Böylece çeşitli beceriler, görüşler, akademik başarı, kariyer, tutum, ilgi/algı, teknik eğitim, uygulanabilirlik/etkililik, farkındalık, motivasyon, yeterlilik ve ölçek geliştirme konularına ilişkin veri toplama araçlarıyla da tezlerde STEM çalışılmıştır. Benzer Şekilde, STEM eğitimi ile ilgili çalışmaların araştırmalarında öncelikle başarı, kalıcılık, yetkinlik, etkililik gibi bilişsel faktörlerin, ardından tutum, ilgi, motivasyon gibi duyusal faktörler sıklıkla karşılaşılan öğrenme çıktılarıdır. STEM ile ilişkilendirilen değişkenlerin tutum, inanç ve algı gibi duyuşsal özellikler tercih edilen değişkenlerdir (Zengin, Kaya & Pektaş, 2020). Daşdemir, Cengiz ve Aksoy (2018) yaptıkları STEM eğitimi çalışmasında, çalışmaların kullandıkları veri toplama araçları arasında en fazla başarı, bilgi ve beceri testlerinin kullanıldığını arkasından görüşme formunun sıklıkla kullanıldığını tespit etmişlerdir. Kullanılan araçların veri toplamada verilere ulaşılmasının daha kolay olması, maliyetinin düşük olması ve zaman kazandırması bakımından, diğer araçlara tercih edildiği düşünülmektedir (Daşdemir ve diğ., 2018). Öte yandan Günbatar ve Tabar (2019), yaptıkları çalışmada ülkemizde STEM alanındaki çalışmalarda en çok kullanılan veri toplama aracının ölçekler olduğunu, az kullanılan veri toplama araçlarının ise dokümanlar (öğretim planları, çizimler ve zihin haritaları) ve gözlemler olduğunu tespit etmişlerdir. Özcan ve Karabaş (2019), yaptıkları içerik analizinde, ilgili makalelerde kullanılan veri toplama araçlarında görüşme ve anket ön plana çıkmaktadır. Bununla beraber gözlem, kontrol listeleri, mülakat, öğrenci raporları, portfolyo ve rubrik gibi veri toplama araçlarının da kullanıldığı tespit edilmiştir. Püsküllü (2019), fen bilimleri öğretiminde lisansüstü tezleri değerlendirdiği çalışmasında, veri toplama aracı olarak en fazla görüşme formu ile tutum ölçeğinin kullanıldığı tespit edilmiştir.

5.9. Dokuzuncu Alt Probleme İlişkin Bulguların (Değişkenler) Tartışılması

Bu araştırmanın dokuzuncu alt problemi, incelenen çalışmaların değişkenlerinin neler olduğudur. Tablo 10'daki bulgulara bakıldığında 2017-2021 yılları arasında YÖK Ulusal Tez Merkezinde yer alan STEM eğitimine ilişkin yapılan lisansüstü tez çalışmalarında, çalışmalarda, Başarı ve 21.yüzyıl Becerileri en çok kullanılan değişkenler olduğu görülmektedir. 21. Yüzyıl öğrencilerinin özellikleri: iletişim, işbirlikçi çalışma ve liderlik, sosyal sorumluluk, kültürel, evrensel ve çevre farkındalığı, dijital okuryazarlık,

girişimci ruh, yaşam boyu öğrenen, eleştirel düşünme ve problem çözme, etik vatandaşlık, derinlemesine düşünür, yaratıcılık ve inovasyon gibi özelliklere sahip bireylerdir (Karamustafaoğlu ve diğ., 2018).

Bireyler 21. yüzyılda gerçekleşen yeniliklere uyum sağlamak için yaratıcı ve yenilikçi, iletişimci, işbirlikçi, eleştirel düşünen, problem çözen ve teknoloji okuryazarı gibi özelliklere sahip olması gerektiği düşünülmektedir. Bu becerileri öğrencilerin, disiplinler arası bir etkileşimle, okul içinde veya okul dışında, uygulanan STEM çalışmalarıyla, kazanacağı öngörülmektedir (Yıldırım ve Gelmez-Burakgazi, 2020).

Yapılan çalışmada başarı değişkeni en çok çalışılan değişkendir. Bunun nedeni; bireylerin başarıları hayatlarını oldukça etkilemektedir. Okula başlamayla birlikte başarmaları gereken oldukça konu mevcuttur. Bu konuları öğrenmek için yeterli motivasyona sahip olmaları gerekmektedir. Çünkü motivasyon öğrencilerin başarılı olması gereken kariyer basamaklarıyla çok ilişkilidir. Bu nedenle yapılan çalışmaların motivasyon değişkenini göz önünde bulundurması oldukça önemlidir. Bireylerin başarmak için harcadıkları çaba öğrenmeye ve öğrendiklerinin kalıcılığını sağlamaya yöneliktir. Öğrenmek için çeşitli yöntem ve tekniklerin yanında STEM eğitimi araştırmalarında, STEM'e karşı geliştirilen olumlu tutum ve görüşler de oldukça önemlidir. Yapılan çalışmalarda katılımcıların STEM yaklaşımına yönelik olumlu görüşlere sahip oldukları tespit edilmiştir(Güneş & Karaşah, 2016).

STEM eğitimi ile ders işleyen katılımcılar STEM etkinliklerinin eğlenceli, daha kalıcı, daha algılanabilir ve daha dikkat çekici olduğunu ve aktif katılım sağlamada etkili olduğunu belirtmişlerdir. Öğretmen adayları öğretim yöntemlerine ve sınıf içi etkinliklere ilişkin algı, tutum ve görüşleri ileride kendi derslerinde kullanacakları yöntem ve etkinlikleri belirleyebileceğini düşünmektedirler. Bu nedenle öğretmen adaylarının STEM etkinliklerine ilişkin görüşlerinin belirlenmesi STEM eğitimi ile ilgili çalışmaları artırabileceği düşünülebilir (Kocakaya & Ensari, 2018). Katılımcıların STEM farkındalığı olumlu sonuçlar doğurmasına rağmen göz önünde bulunduran çalışma sayısı azdır. Günümüz insanının STEM ve STEM alanları arasındaki ilişkilerin farkında olması önemlidir çünkü herhangi bir alanda okuryazarlık o alanın farkındalığını gerektirir. Bu nedenle STEM farkındalığını göz önünde bulunduran çalışma sayısını arttırmak önemlidir (Çavaş, Aslıhan & Gürcan, 2020). Diğer yandan yapılan çalışmalarda bilimsel süreç becerileri değişkeni STEM yaklaşımıyla olumlu sonuçlar vermiştir (Karakaş & Köngül,

2017 ,2019). Tabar (2018)'in yaptığı STEM alanında yapılmış tezlerin içerik analizinde, öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin arttığı tespit edilmiştir. Ülkemizde alan yazında, STEM yaklaşımının katılımcıların tutum, istek, ilgi, yaratıcılık, başarı, bilimsel süreç becerileri, problem çözme becerileri ve eleştirel düşünme becerileri gibi değişkenlere olan etkisini inceleyen çalışmalar katılımcılarda olumlu sonuçlar doğurmuştur (Pulat, 2020). STEM eğitiminin öğrencilerin akademik başarı, tutum, bilimsel süreç becerileri ve meslek seçimleri üzerinde olumlu etkilere sahip olduğu görülmektedir. STEM alanında yapılan benzer araştırmalarda da genel olarak aynı sonuca ulaşılmıştır (Herdem & Ünal, 2018).

Koçan (2019) problem çözme becerileri, bilimsel süreç becerileri veya karar verme becerileri gibi farklı konu ve sınıf düzeyleri oluşturularak çalışmaların yapılabileceğini belirtmiştir. Gül (2018) ve Alnıak (2019) STEM uygulamalarının; Fen Bilimleri dersine karşı tutum, bilgilerin kalıcılığı, öğrencilerin bilimsel yaratıcılık düzeylerindeki ve 21. yüzyıl becerilerindeki gelişmeler, sosyoekonomik farklılıklar, kız ve erkek öğrenciler arasında STEM'e yönelik tutumla ilgili bir fark olup olmadığı gibi konularda çalışmaların sayısının arttırılması gerektiğini belirtmiştir.

5.10. Onuncu Alt Probleme İlişkin Bulguların (Çalışılan Fizik Konuları) Tartışılması

Onuncu alt probleme ilişkin bulgularda, Tablo 11'e bakıldığında 2017-2021 yılları arasında YÖK Ulusal Tez Merkezinde yer alan STEM eğitimine ilişkin yapılan lisansüstü tez çalışmalarında, en çok çalışılan fizik konuları, Mekanik ve Elektrik konularıdır. Literatür incelendiğinde STEM ile ilgili araştırmalarda lise düzeyinde çok fazla çalışmanın olmadığı görülmektedir. Öte yandan, mevcut fizik müfredatında lise müfredatı ile ilgili kazanımlar çerçevesinde şekillenen ünite ve amaç bazlı öğretim materyali geliştirme etkinlikleri diğer çalışma alanlarına göre nispeten azdır. Yapılan çalışmalarda sistematik bir yaklaşım benimsenmiş ve her sınıf düzeyinde çalışılan etkinlik örneklerine nadiren rastlanmıştır. Bu etkinliklerden en çok çalışılan konular ortaokul müfredatı elektrik ve mekanik konularıdır (Tomaç, 2019). Eroğlu ve Bektaş (2016)' da yaptığı çalışmada, Öğretmenlerle yapılan görüşmelerde STEM temelli etkinliklerin fen alanlarından özellikle fizik alanı ile bağdaştırdıklarını ve fizik konularına uygun olarak gördüklerini, fen dersi ile teknoloji, mühendislik ve matematik arasında bir ilişki olduğunu düşündüklerini belirtmişlerdir. Herdem ve Ünal (2018)'e göre çalışmaların çoğunluğunu fen bilgisi derslerinde STEM etkinlikleri oluşturmaktadır.

Öğrenciler için anlaşılması zor olan konuları STEM için materyal geliştirip uygulama yapılması konuyu daha anlaşılır kılacağı düşünülmektedir. Örneğin bu materyallerden bazıları dönme dinamiği, elektrik, parçacık dinamiği, manyetizma, elektromanyetik dalgalar, optik aynalar ve sağ el kurallarına hitap edecek materyallerdir. Böylece STEM çalışma sayısında artış gözlenebilir ve STEM fizik entegrasyonu daha kolay olur. Bu tür konuları eğitimciler internetten yardım alarak, benzetimler aracılığıyla öğrencilere bir ön öğrenme veya tanıtma olarak gösteri yapabilir. Zor konuları öğretmede materyal geliştirip uygulamak öğrenmede daha kalıcı etki bırakacaktır. Bazı fizik konuları, örneğin mekanik ve elektrik konuları STEM için ideal içerikler bulundurduğundan literatürde çalışma sayısı daha fazladır. Modern Fizik konuları için materyal bulunması zor olduğundan literatürde bu konu ile ilişkili tez çalışmasına rastlanmamıştır. Anlaşılması zor konuları uygulama yoluyla öğretmede öğretmen; animasyon, benzetim, soruların tartışılması, öğretmenin ilginç medyalar sunması ve yapabilmesi ile çözüm bulunabilir.

Fizik öğretiminde eğitim kalitesini arttırmak için nitelikli öğretim materyalleri geliştirmek gerekmektedir. Örneğin, dalgalar, ısı ve sıcaklık, Newton kanunları, elektrik gibi konularda etkileşimli kitaplara ihtiyaç duyulan fizik konularındandır. Temel yetkinlikler, göstergeler, hedefler, kavram haritaları, resimler, videolar, animasyonlar, her bölümde ayrıntılı olarak açıklanan konu, ayrıntılı formül tartışması, internet bağlantıları, özetler ve sorular dahil etkileşimli kitap öğretim materyallerinin bileşenleridirler. Bunların yanında STEM öğrenimini desteklemek için ders planları, etkileşimli kitaplar, videolar, animasyonlar ve uygulama yapma şeklinde öğretim materyalleridirler (Widayanti ve diğ., 2019).

5.11. On Birinci Alt Probleme İlişkin Bulguların (Temel Alınan Yaklaşımlar(strateji)/Metodlar) Tartışılması

Tablo12'deki bulgulara bakıldığında 2017-2021 yılları arasında YÖK Ulusal Tez Merkezinde yer alan STEM eğitimine ilişkin yapılan lisansüstü tez çalışmalarında, en çok temel alınan yaklaşım Tasarım temelli (f=12) yaklaşımdır. Model olarak da 5E Modeli (f=11) temel alınmıştır.

STEM eğitimlerinin temel aldığı yaklaşımlar yapılan çalışmaların analizinde; tasarım temelli, problem temelli, proje temelli ve sorgulayıcı araştırma temelli olmak üzere dört başlıkta bulunmuştur. Sorgulayıcı araştırma ve tasarım temelli yaklaşımın etkili

pedagojiler olduğu söyleyebilir. Ek olarak argümantasyon ve sorgulama temelli yapılması da önerilebilir (McDonald, 2016). Yapılan bu çalışmada argümantasyona dayalı iki adet çalışma bulunurken, tasarım temelli yaklaşım (f=12) en çok kabul gören yaklaşımdır. En az bulunan yaklaşım bir adet çalışma ile sorgulayıcı araştırma temelli yaklaşımdır. Detay verilmeyen çalışmalar analiz grafiğinin tam olarak anlaşılmasını engellemiştir (Şeten, 2012). Birbirlerine üstünlükleri alan yazında ispatlanmasa da STEM için tasarım temelli bir yaklaşımın benimsenip kullanılması daha uygun görülmektedir (Bybee, 2014). McDonald (2016), yaptığı çalışmada, tasarım temelli yaklaşım mühendislik tasarımına odaklanan pedagojik uygulamaların temelini oluşturduğunu belirtmiştir. Mühendislik tasarımı, öğrencileri gerçek dünya problem çözümüne dahil etme yeteneğinden dolayı eğitim literatüründe son zamanlarda ilgi odağı olmuştur. Bu odak, öğrencilerin teknolojik okuryazarlığını geliştirmek için mühendislik tasarımına katılımın gerekli görüldüğü yeni nesil bilim standartları gibi son reform belgelerinde de açıkça görülmektedir. Mühendislik tasarımı süreci üç bileşenden oluşur: kısıtlamalar ve sınırlamalar dahil olmak üzere problemin belirlenmesi, çözümlerin tasarlanması ve değerlendirilmesi, çözümlerin test edilmesi ve nihai tasarımın iyileştirilmesi. Araştırmalar, tasarım sürecinin, birden fazla fikir ve çözümün mümkün olduğu, yinelemeli ve karmaşık olduğunu göstermektedir. Uygun bir nihai ürüne ulaşmak için çeşitli araçlar ve şemaların uygulanması gerekebilir, daha önceki tasarımlar ve prototipler genellikle daha etkili ürünlerle değiştirilir (Cunningham & Lachapelle, 2014). Araştırmalar, öğrencileri mühendislik tasarımına dahil etmenin, bir kariyer olarak mühendisliğe olan ilginin artmasına ek olarak, öğrencilerin fen ve matematikteki başarılarında kazanımlara yol açtığını göstermektedir. Okul müfredatına nispeten yeni bir ek olarak, teknoloji ve mühendislik disiplinleri için hem ilk hem de ortaokul ortamlarında etkili pedagojik uygulamaları belirlemek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.

5.12. On İkinci Alt Probleme Ait Bulguların (Tezlerde Veri Çözümlemede Kullanılan İstatistikler) Tartışılması

Çalışmalara bakıldığında, özellikle doktora çalışmalarında birden fazla istatistik yöntemi tercih edilmiştir. Literatüre bakıldığında çalışmalarda en çok tercih edilen betimleyici(tanımlayıcı) istatistiklerdir. Bu çalışmalarda yapılan analizlerin çoğunda Tanımlayıcı İstatistik yönteminin kullanıldığı görülmüştür. Tanımlayıcı istatistiklerin diğer analiz yöntemleri için bir gereklilik olması, bu yönteme ait frekansların büyük çıkmasında

etkili olmuştur. Bunun yanında çalışmaların türleri değiştikçe, kullanılan istatistik analiz yöntemlerinin farklılaştığı tespit edilmiştir (Yıldırım & Morgül, 2013). Nitel çalışmalarda veri analizi, toplanan verilerin betimlenmesi, anlamlandırılması ve yorumlanmasıdır. Araştırmalarda veriler kodlanır ve kategorize edilir. Elde edilen verilerde içerik analizi türlerinden kategorik ve frekans analizi teknikleri kullanılmıştır. İçerik analizi ile materyallerin içerdiği mesajı anlamlandırma, sistematik olarak sınıflandırma, sayılara dönüştürme ve çıkarımda bulunulmuştur. Frekans analizi en basit tanımıyla kayıt birimlerinin her birinden kaç tane olduğunu nicel olarak belirtmektir. Sayılabilecek yapıda olan birimler frekans olarak ifade edilir. Frekans ilgili birimin yoğunluğunu ve önemini, bütün içerisindeki nicel olarak yerini anlamayı sağlar. Frekans analizi tercih edilmesinin nedeni, olay veya olgu sıklığı belirttiği için sıralama ve sınıflama yapılabilmektedir (Özkan & Şenyurt, 2017). Bundan dolayı nitel araştırmalarda, yöntem olarak içerik analizi tercih edilmektedir. Betimleyici istatistiklerden yüzde ve frekans en çok kullanılan istatistikler arasındadır (Ahi & Kıldan, 2013).

Çalışmalarda nicel araştırma daha çok tercih edildiğinden, bu çalışmalarda tanımlayıcı, betimleyici istatistiklerin yoğun olarak kullanıldığı söylenebilir. Özellikle, değişkenlerin ortalamaları arasındaki farkın incelenmesinde kullanılan parametrik testlerden t-testi en çok kullanılan testlerdendir. Parametrik testlerden ANOVA ise grup sayısı üçü bulan çalışma sayısı az olduğundan sayı olarak az tercih edilmiştir. ANOVA desenlerinden Kovaryans Analizi (ANCOVA), regresyon analizinin ardından uygulandığı için az uygulanmıştır. Önce regresyon analizi yapılır arkasından varyans analizi ile bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişki doğru ve tutarlı biçimde analiz edilir (Ervural, 2020). Çok Değişkenli Varyans Analizi (MANOVA) değişken sayısının azlığından bir adet çalışmada tercih edilmiştir.

Non-parametrik testlerden Wilcoxon işaretli sıralar testi ve Mann Whitney-U testi yaygın olarak kullanılan testlerdendir (Ahi & Kıldan, 2013). Wilcoxon işaretli sıralar testi ile ilişkili iki değişken arasındaki fark test edilir. Mann Whitney U testi ise iki bağımsız değişken arasındaki fark test edilir. Normallik analizlerinde parametrik testlerden, Shapiro-Wilk ve Kolmogorow-Smirnov testleri tercih edilen testlerdendir. Merkezi eğilim ölçüleri ve aritmetik ortalama değerlerden ciddi oranda etkilendiğinden normallik testlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Değişkenler arasındaki ilişkinin derecesini belirlemek için korelasyondan yararlanılmaktadır (Özmen & Karamustafaoğlu, 2019). Varyansları eşit çıkan

çalışmalarda Post-Hock testlerden Tukey ve eşit olmaması durumunda seçilen Games-Hovel testi kullanılan çalışma sayısı üç adet olarak tespit edilmiştir.

5.13. On Üçüncü Alt Probleme Ait Bulguların (Çalışmaların sonuçları) Tartışılması

Genel anlamda, akademik başarı, bir öğrencinin öğrenmesinin mevcut seviyesidir. Daha özel olarak, akademik başarı bir okuldaki öğrenimi hali hazırda sınıf düzeyi standartlarını karşılayan veya aşan öğrencilerin yüzdesini ifade eder. Bu başarı, matematik ve okumada ülke çapında testler kullanılarak ölçülür. Başarı, bilimde devlet değerlendirmeleri kullanılarak da ölçülür. Standartlara dayalı bir eğitim sistemi, geçmişleri ne olursa olsun tüm öğrencilerin eğitimlerinin bir parçası olarak ustalaşması gereken bir bilgi ve beceri temeli oluşturarak eşitliği teşvik eder. Akademik başarının ölçülmesi, öğrencilerin standartlarına hakimiyetleri hakkında önemli bilgiler sağlar. Birçok öğrencinin ÖSYM sınavlarında yeterlilik elde etmek için mücadele ettiği okulları belirlemek bir başlangıç noktası sağlar. Daha genel olarak, tüm öğrenciler için akademik başarı, devlet okulu sisteminin temel hedeflerinden biridir ve devlet standartlarına hakim olmak, öğrencilere tatmin edici ve üretken bir yaşam için yararlı beceriler sağlar. Başarının tüm yönleri ülke çapında verimli bir şekilde ölçülemiyor ve karşılaştırılamıyor olsa da, bazı akademik başarı ölçümlerini dahil etmek önemlidir. Akademik başarıyı ölçmek için kullanılan testler, okulların, bölgelerin ve devletin nasıl çalıştığı hakkında sistem düzeyinde veriler sağlamayı amaçlar. Okullar, bireysel öğrenciler için öğretim ve destek planlarken öğrenci düzeyindeki birden fazla veri kaynağına bakmalıdır (Aud ve diğ., 2011). Bu araştırmadan elde edilen bulgular incelendiğinde tezler genelinde STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarını arttırdığı görülmüştür. Fizik eğitiminde STEM uygulamalarının katılımcıların öğrendikleri bilgilerin kalıcılığını arttırdığı tespit edilen çalışmalar 3 adet olup, katılımcıların öğrendikleri bilgilerin kalıcılığına anlamlı bir etkisi bulunamayan çalışmadan 2 adet fazladır. Bu da STEM çalışmalarının bilgilerin kalıcılığına ve akademik başarıya olumlu etki yaptığını göstermektedir. Tabar (2018) yaptığı STEM alanında yapılmış tezlerin içerik analizinde, öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin arttığını tespit etmiştir. STEM eğitiminin öğrencilerin akademik başarı, tutum, bilimsel süreç becerileri ve meslek seçimleri üzerinde olumlu etkilere sahip olduğu görülmektedir. STEM alanında yapılan benzer araştırmalarda da genel olarak aynı sonuca ulaşılmıştır (Herdem & Ünal, 2018). Akın (2006), araştırmaların STEM uygulamalarının katılımcıların öğrenme isteklerine, ilgilerine, tutumlarına, motivasyonlarına, bilimsel süreç

becerilerine, öğrendikleri bilgilerin kalıcılığına ve akademik başarılarına olumlu etkilerini tespit etmiştir.

Bebek (2021) ve Kartal (2021) yaptıkları çalışmalarda STEM uygulamalarının katılımcıların akademik başarı teması altında STEM eğitiminin akademik başarıyı artırdığına ve kavramsal anlayışı olumlu yönde etkilediğini belirtmektedir. Akgündüz (2018), yarı deneysel çalışmasında bütünleşik STEM eğitiminin akademik başarıya olumlu katkıları ve yansımaları olduğunu bildirmektedir. Benzer şekilde Yılmaz ve Özaslan (2019)' da çalışmalarıyla STEM etkinlikleri ile dersin işlendiği deney grubu öğrencilerinin akademik başarılarının kontrol grubu öğrencilerine göre önemli ölçüde arttığını bildirmektedirler. Öte yandan Nağaç (2018) de yaptığı çalışmada STEM uygulamalarının katılımcıların, madde ve ısı ünitesinde akademik başarılarına istatistiksel anlamda farklılık oluşturmadığını tespit etmiştir.

STEM uygulamaları katılımcıların tutumlarını arttırmıştır sonuçlarına ulaşan çalışma sayısı, STEM uygulamalarının katılımcıların tutumlarına anlamlı bir etkisi yoktur sonuçlarına varılan çalışmalardan beş adet fazladır. STEM uygulamalarının katılımcıların motivasyonlarını arttırdığı tespit edilen çalışmalar, katılımcıların motivasyonları üzerinde anlamlı bir farklılığı görülmeyen çalışmalardan 1 adet eksiktir. STEM Uygulamaları katılımcıların bilimsel yaratıcılıklarını arttırdığı yönünde altı adet adet çalışma olup, STEM uygulamalarının katılımcıların bilimsel yaratıcılıklarına etkisi yoktur veya tespit edilmemiştir gibi herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bununla beraber araştırmalarda STEM eğitiminin katılımcıların kavramsal anlamaları üzerine olumlu bir etkiye sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca STEM uygulamalarının katılımcıların mühendislik bilgi düzeylerini ve eleştirel düşünme eğilimlerini arttırdığı tespit edilmiştir(Uçar, Kartal, Bebek, 2019, 2021, 2021). Ülkemizde alan yazında, STEM yaklaşımının katılımcıların tutum, istek, ilgi, yaratıcılık, başarı, bilimsel süreç becerileri, problem çözme becerileri ve eleştirel düşünme becerileri gibi değişkenlere olan etkisini inceleyen çalışmalar katılımcılarda olumlu sonuçlar doğurmuştur (Pulat, 2020).

STEM yaklaşımı öğrencilere problem çözme, yaratıcı ve eleştirel düşünme gibi üst düzey düşünme becerilerini kazanmaları için disiplinler arası bir bakış açısı sağlamaktadır. Ayrıca yapılan çalışmalar STEM eğitiminin öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarını geliştirdiği tespit etmişlerdir (Ayverdi ve Durmaz, 2018, 2018). Karakaş(2017) ve Köngül (2019) da yaptıkları çalışmada STEM yaklaşımının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini

geliştirdiğini belirtmişlerdir. Çalışmalar STEM eğitimine yönelik öğretmen adaylarının, öğretmenlerin ve öğrencilerin genel olarak STEM'e yönelik olumlu görüşlere sahip olduklarını göstermiştir. İlgili literatürde de benzer sonuçlar bulunmaktadır. Güven (2020) ve Biçer (2019) yaptıkları çalışmalarda STEM uygulamalarının katılımcıların öğrendikleri bilgilerin kalıcılığını arttırdığını tespit etmişlerdir. Ayrıca yapılan bu çalışmada, incelenen tezlerde STEM uygulamalarının katılımcıların olumlu tutumlarını arttırdığı tespit edilmiştir. Koç (2019) ve Koca (2018) yaptıkları çalışmalarda, STEM eğitiminin öğrencilerin fen dersine ve STEM alanlarına yönelik tutumlarını olumlu yönde etkilediğine ve öğrencilerin STEM'e yönelik tutumlarının genel olarak olumlu olduğuna ilişkin ifadeler yer almaktadır. Yaptıkları çalışmalarda, bütünleştirici STEM eğitimine katılan öğrencilerin geleneksel derslerde yer alan öğrencilere göre fen e karşı daha olumlu tutum sergilediklerini ve akademik olarak daha başarılı olduklarını ortaya koymuşlardır (Büyükdede & Tanel, 2018). Kutlu (2019), yaptığı çalışmada STEM uygulamaları katılımcıların sorgulayıcı öğrenme becerilerini arttırdığını tespit etmiştir.

5.14. On Dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulguların (Çalışmaların Önerileri) Tartışılması

Yapılan bu araştırmada elde edilen sonuçlara göre öğretmenlerin STEM uygulamaları ile ders işlemesi, STEM alt alanlarını aktif şekilde kullanmaları önerilmiştir. Mühendisliğe vurgu yapılarak mühendislerin sınıflara davet edilmesi ve mühendislik tasarım temelli STEM uygulamaları önerilmiştir. Bunun yanında STEM uygulamalarının diğer öğretim yöntem ve teknikleri ile birlikte kullanılması tavsiye edilmiştir. Bu bulgulardan hareketle, incelenen çalışmalardan, Türkiye'de öğretmenler açısından STEM eğitiminin aktif uygulamalarının yeterli düzeyde olmadığı ve arttırılması gerektiği çıkarımı yapılabilir. Bu öneriler dikkate alındığı takdirde fizik alanında STEM eğitiminde önemli ilerlemelerin olabileceğini söylemek mümkündür.

Araştırmanın sonuçlarına göre, müfredatı hazırlayanlara yönelik olarak eğitim sistemine STEM uygulamaları entegre edilmeli, ders programları hazırlanmalı, eğitimci yetiştirmeli, hizmet içi eğitim ve seminerler düzenlenmeli şeklinde tavsiyelerde bulunulmuştur. Ayrıca üniversitelerde STEM bölümleri açılması, var olan bölümlere STEM dersleri konulması önerilmiştir. Araştırmadan elde edilen bu sonuçlara göre Türkiye'de fizik eğitimi müfredatlarında STEM yaklaşımının yeteri kadar yer almadığı sonucu çıkarılabilir. Eğitim sisteminin önemli ayağını oluşturan müfredat hazırlayıcılarının

STEM yaklaşımından bağımsız hareket etmemesi, STEM yaklaşımını göz ardı etmemesi gerekmemektedir. Yeni nesli geleceğe hazırlayan, nitelikli toplumların alt yapısı için vazgeçilmez olan STEM'in mutlaka müfredatta hak ettiği yeri alması gerektiği düşünülmektedir.

Uygulamaya yönelik Önerilerde; Özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilere vurgu yapılarak uygulamaların yaygınlaştırılması önerilmiştir. Bununla beraber STEM için normal ders saati az, ders süreleri arttırılmalı, etkinlikler için ayrılan süreler uzatılmalı şeklinde önerilerde bulunulmuştur. Bu bulgulardan hareketle Türkiye'de Fizik eğitimi alanında STEM'e ayrılan sürenin az olduğu, farklı özelliklere sahip bireylere yönelik uygulamalarda eksikliklerin olduğu çıkarımı yapılabilir. Çalışmalarda vurgu yapılan bu çözüm önerileri dikkate alındığında STEM yaklaşımının, fizik eğitimi uygulamalarında çok daha iyi bir noktaya gelebileceği düşünülmektedir.

Araştırma kapsamında ele alınan çalışmaların öneriler değerlendirildiğinde bu önerilerden, araştırmacılara yönelik olan kısmında araştırmacılar çalışmadıkları konuları ve boyutları işaret etmişlerdir. Birbirinden bağımsız olan bu çalışmalarda bir çalışma bir diğer çalışmayı da işaret etmiştir. Benzer olarak STEM çalışmalarının farklı sınıf ve düzeyde yapılması, farklı konularda farklı değişkenlerle yapılması tavsiye edilmiştir. Araştırmalardan elde edilen bu önerilerin dikkate alınması ile fizik eğitimi alanında yapılan STEM çalışmalarının zenginleşeceği, literatüre katkı yapılacağı düşünülmektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan araştırma sonucunda 2017-2021 yılları arasında yayınlanan 7'si doktora 37'sı yüksek lisans tezi olmak üzere toplam 44 adet, Yüksek Öğretim Kurumu veri tabanında ulaşıma açık lisansüstü akademik çalışmaya ulaşılmıştır.

Araştırma kapsamında aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

- Fizik eğitimi STEM alanında Türkiye'deki üniversitelerde 2019'a kadar çalışmalar artış gösterirken 2019'dan sonra düşüş tespit edilmiştir.
- Fizik konuları üzerinden STEM çalışmaları en fazla Gazi Üniversitesinde, 2019 yılında 4 adet ve 2020 yılında bir adet olmak üzere toplam beş adet çalışma yapıldığı tespit edilmiştir.
- Fizik eğitiminde STEM alanında çalışmaların en fazla Eğitim Bilimleri Enstitüsünde yapıldığı tespit edilmiştir.
- Fizik eğitimi STEM alanında yapılan çalışmalarda en fazla karma araştırma yöntemi tercih edilmiştir.
- Fizik eğitimi STEM alanında lisansüstü tezlerde yüksek lisan çalışma sayısı doktora çalışma sayısından fazla olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmaların 2019 yılında yoğunlaştığı tespit edilmiştir.
- Yapılan araştırmalarda veri toplama aracı olarak en çok Başarı Testi ve Tutum Ölçeği kullanılmıştır. Çalışmaların hepsinde birden fazla veri toplama aracı kullanılmıştır.
- Çalışmalarda seçkisiz örneklem sayısının seçkili örneklem sayısından fazla olduğu tespit edilmiştir.
- Çalışmalarda örneklem grubu olarak en çok ortaokul öğrencileri tercih edilmiştir. Lisans ve lise öğrencileri bunu takip etmektedir.
- Yapılmış olan etkinliklerde fizik konularından en fazla Mekanik ardından elektrik konuları takip etmektedir.
- Yapılmış olan çalışmalar değişken açısından incelendiğinde 21.yüzyıl becerileri ve başarının ön plana çıktığı tespit edilmiştir.
- Çalışmalarda Tasarım temelli yaklaşımın daha çok tercih edildiği tespit edilmiştir. Bunu 5E modeli takip etmektedir.

- Çalışmaların amaçlarına bakıldığında, yapılan STEM uygulamalarının katılımcıların; akademik başarı, görüş, kavramsal anlama düzeyi, mativasyon, bilimsel süreç becerileri ve STEM'e karşı tutumları üzerine etkisinin incelenmesi ön plana çıktığı görülmektedir.
- Çalışmaların sonuçları incelendiğinde; STEM uygulamalarının katılımcıların akademik başarılarını, tutumlarını, bilimsel yaratıcılıklarını, bilimsel süreç becerilerini, öğrendikleri bilgilerin kalıcılığını, mühendislik bilgi düzeylerini ve eleştirel düşünme eğilimlerini artırdığı tespit edilmiştir.
- Yapılan çalışmaların önerilerinde, STEM uygulamalarının farklı sınıf ve düzeydeki katılımcılarla yapılması tavsiye edilmiştir. Öğretmenlerin STEM uygulamaları ile ders işlenmesi, STEM alt alanlarını aktif bir şekilde kullanılması, mühendisliğe vurgu yapılarak mühendislerin sınıfa davet edilmesi, mühendislik tasarım temelli STEM uygulamaları ve STEM uygulamalarını diğer öğretim yöntem ve tekniklerle birlikte kullanılması tavsiyeleri tespit edilmiştir. Ayrıca Müfredatı hazırlayanlara yönelik, eğitim sistemine STEM uygulamalarının entegre edilmesi, ders programlarının hazırlanması, hizmet içi eğitim ve seminerlerin düzenlenmesi ve üniversitelerde STEM bölümlerinin açılıp dersler konulması tavsiye edildiği tespit edilmiştir. Bunun yanında, özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilere vurgu yapılmış STEM uygulamalarının yaygınlaştırılması gerektiği STEM için normal ders saatinin az olduğu, ders sürelerinin arttırılması gerektiği ve STEM eğitiminin eğitim öğretimin bir parçası haline getirilmesi önerildiği tespit edilmiştir.
- STEM eğitiminin geleneksel yöntemlerle karşılaştırıldığında daha etkili olduğu, öğretmen ve öğrenciler tarafından olumlu karşılandığı tespit edilmiştir.

Elde edilen bulgular ışığında şu önerilerde bulunulabilir:

- Türkiye'de Fizik eğitiminde STEM alanında yapılan çalışmaların sayısı arttırılabilir.
- Araştırmaların evreni daha geniş tutularak Dünya genelinde fizik eğitiminde STEM çalışmaları analizi yapılabilir.
- Araştırmadan elde edilen bulguların sonuçları üzerine araştırmaların yapılması önerilmektedir.
- STEM eğitimi uygulamalarının diğer katılımcı gruplarla da yürütülmesi gerektiği düşünülmektedir.

- Araştırmalardan elde edilen sonuç ve önerilerin önemli olduğu düşünülmektedir. Bunların mutlaka öğretmenler, uygulayıcılar, müfredat hazırlayıcıları ve araştırmacılar tarafından dikkate alınması gerektiği düşünülmektedir.
- STEM eğitimi ile ilgili diğer alanlarda da benzer analizlerin yapılmasının literatüre zenginlik katacağı düşünülmektedir.
- Eğitimcilerin STEM'e dair hazır bulunuşlukları araştırılabilir. Böylece öğretmen eğitiminde yeni eylem planları geliştirilebilir.

7. KAYNAKÇA

Ahi, B., & Kıldan, A. O. (2013). Türkiye'de okul öncesi eğitimi alanında yapılan lisansüstü tezlerin incelenmesi (2002-2011). *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *1*(27).

Ahmad, J., & Siew, N. M. (2021). Curiosity towards STEM Education: A Questionnaire for Primary School Students. *Journal of Baltic Science Education*, *20*(2), 289-304.

Aud, S., Hussar, W., Kena, G., Bianco, K., Frohlich, L., Kemp, J. & Tahan, K. (2011). *The Condition of Education 2011* (NCES 2011-033). U.S. Department of Education, National Center for Education Statistics. Washington, DC: U.S. Government Printing Office.

Akın, A. (2006). Başarı amaç oryantastonları ile bilişötesi farkındalık, ebeveyn tutumları ve akademik başarı arasındaki ilişkiler. Yüksek lisans tezi, Sakarya Üniversitesi, Sakarya.

Akkaya, M. (2019). Kuvvet ve Hareket ünitesinde uygulanan STEM etkinliklerinin 6. Sınıf öğrencilerinin başarı, tutum ve motivasyon üzerindeki etkisi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Alnıak, S. (2019). Fizik konularında STEM eğitiminin öğrencilerin tutumlarına Ve Problem çözme Becerilerine Etkisinin İncelenmesi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.

Alp, A. T. (2019). STEM uygulamalarının fizik başarısına etkisi: Basınç. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Alp, K. A. Y. A. (2020). Türkiye örnekleminde STEM eğitimi alanında yapılan çalışmaların içerik analizi. *İstanbul Aydın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *6*(2), 275-306.

Amran, M. S., Abu Bakar, K., Surat, S., Mahmud, S. N. D., & Mohd Shafie, A. A. (2021). Assessing preschool teachers' challenges and needs for creativity in STEM education. *Asian Journal of University Education (AJUE)*, *17*(3), 99-108.

Aydoğan, B. (2019). Mühendislik tasarım temelli öğretimin 7. sınıf öğrencilerinin mühendisliğin doğası görüşleri ve STEM e yönelik tutumlarına etkileri. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.

Ayverdi, L. (2018). Özel yetenekli öğrencilerin fen eğitiminde teknoloji, mühendislik ve matematiğin kullanımı: FeTeMM yaklaşımı. Yayınlanmamış doktora tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.

Aysu, G. (2019). Probleme dayalı öğrenme tabanlı STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarına ve öğrendikleri bilgilerin kalıcılığına etkisinin incelenmesi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Niğde.

Bakırcı, H., & Kutlu, E. (2018). Fen bilimleri öğretmenlerinin FeTeMM yaklaşımı hakkındaki görüşlerinin belirlenmesi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, *9*(2), 367-389.

Baltacı, A. (2017). Nitel veri analizinde Miles-Huberman modeli. *Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, *3*(1), 1-14.

Baydar, Z. (2018). Elektrik enerjisi ünitesinin fetemm ve argümantasyona dayalı işlenmesinin öğrencilerin yaratıcılık, tutum, beceri ve öğretim hakkındaki görüşlerine etkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.

Baran, M., Baran, M., Efe, H. A., & Maskan, A. (2020). Fen alanları öğretmenleri ve fen alanları öğretmen adaylarının FeTeMM (STEM) farkındalık düzeylerinin çeşitli değişkenler açısından incelenmesi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *9*(1), 1-29.

Bebek, G. (2021). Özel yetenekli öğrencilere yönelik tasarlanan STEM etkinliğinin öğrencilerin bilimsel yaratıcılık, bilişsel başarı ve eleştirel düşünme becerisine

etkisi: yenilenebilir enerji kaynakları konusu örneği. Yayınlanmamış doktora tezi, Trabzon Üniversitesi, Trabzon.

Biçer, A. (2019). STEM yaklaşımına dayalı elektrik devre elemanları konusu öğretiminin 5. sınıf özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin akademik başarılarına ve kalıcılığına etkisi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Aksaray Üniversitesi, Aksaray.

Büyükbastırmacı, Z. (2019). 7. sınıf kuvvet ve enerji ünitesinde kullanılan stem uygulamalarının başarı, tutum ve motivasyon üzerindeki etkisi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya.

Büyükdede, M. (2018). İtme-Momentum konularına yönelik fetemm etkinliklerinin akademik başarı üzerine etkisi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Büyüköztürk, Ş., Çakmak Kılıç, E., Akgün, Ö., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2016). Literatür taraması. Ş. Büyüköztürk, E. Kılıç Çakmak, Ö. Akgün, Ş. Karadeniz, & F. Demirel içinde, *Bilimsel araştırma yöntemleri* (s. 45). Ankara: Pegem Akademi.

Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C., & Koehler, C. M. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics, 112*(1), 3-11.

Brown, R., Brown, J., Reardon, K., & Merrill, C. (2011). Understanding STEM: current perceptions. *Technology and Engineering Teacher, 70*(6), 5.

Bound, J., Braga, B., Khanna, G., & Turner, S. (2021). The globalization of postsecondary education: The role of international students in the US higher education system. *Journal of Economic Perspectives, 35*(1), 163-84.

Boyraz, L., & Bilican, K. (2020). Sınıf öğretmenlerinin FeTeMM ile ilgili kavramsal ve pedagojik bilgilerinin incelenmesi. *Başkent University Journal of Education, 7*(1), 146-157.

Boynukara, Z., Deniz, A. N., & Tüysüz, M. (2020). Fen Bilimleri Öğretmenlerinin FeTeMM ile İlgili Görüşlerinin İncelenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *17*(1), 1204-1241.

Bybee, R. W. (2014). NGSS and the next generation of science teachers. *Journal of science teacher education*, *25*(2), 211-221.

Cabell, A. L., Brookover, D., Livingston, A., & Cartwright, I. (2021). " It's Never Too Late": High School Counselors' Support of Underrepresented Students'interest in STEM. *Professional Counselor*, *11*(2), 143-160.

Cohen, L. ve Manion, L. (1990). 2. Research Methods In Education (Third Edition). London: Routledge.

Coleman, A. (2020). D-STEM Equity Model: Diversifying the STEM education to career pathway. *Athens Journal of Education* – 7(3), 273-296

Çapan, B. E., & Owen, F. K. FeTeMM Öğrencilerinin Kariyer Seçme Nedenleri İle Kariyer Bilgi Kaynakları ve İhtiyaçları. *Kariyer Psikolojik Danışmanlığı Dergisi*, *3*(1), 1-31.

Çavaş, P., Aslıhan, A. Y. A. R., & Gürcan, G. (2020). Türkiye'de STEM eğitimi üzerine yapılan araştırmaların durumu üzerine bir çalışma. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *17*(1), 823-854.

Çepni, S. (2018). *Kuramdan Uygulamaya STEM+A+E Eğitimi.* Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.

Çiftçi M. (2018). Geliştirilen STEM Etkinliklerinin Ortaokul Öğrencilerinin Bilimsel Yaratıcılık Düzeylerine, STEM Disiplinlerini Anlamalarına ve STEM Mesleklerini Fark Etmelerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize.

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

Daşdemir, İ., Cengiz, E., & Aksoy, G. (2018). Türkiye'de FeTeMM (STEM) eğitimi eğilim araştırması. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 15 (1), 1161–1183.

Dedetürk, A. (2018). 6. sınıf ses konusunda FeTeMM yaklaşımı ile öğretim etkinliklerinin geliştirilmesi, uygulanması ve başarıya etkisinin araştırılması. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Erciyes Üniversitesi, Kayseri.

Demir, B. , Timur, S., & Gürsoy, N. (2020). Parfümler: Formülasyonları, Dünü, Bugünü ve Yarını. *Hacettepe University Journal of the Faculty of Pharmacy, 40*(1), 20-33.

Deveci, İ. (2018). Fen bilimleri öğretmen adaylarının sahip oldukları FeTeMM farkındalıklarının girişimci özellikleri yordama durumu. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, *26*(4), 1247-1256.

Dilek, T. (2019). Lise 12. sınıf öğrencilerinin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) alanlarına yönelik ilgi ile fen ve teknoloji okuryazarlık özyeterlik algı düzeylerinin çeşitli değişkenler açısından incelenmesi üzerine bir araştırma. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Dicle Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.

Durmaz, B. (2018). Aynalar konusunun öğretiminde FeTeMM yaklaşımının öğrencilerin beceri, tutum, yaratıcılık ve öğretim hakkındaki görüşlerine etkisi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli.

Doğan, İ. (2019). STEM etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine, fen ve STEM tutumlarına ve elektrik enerjisi ünitesindeki başarılarına etkisi. Yayınlanmamış yüksek doktora tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.

Doğru, M., Gençosman, T., Ataalkın, A. N., & Şeker, F. (2012). Fen bilimleri eğitiminde çalışılan yüksek lisans ve doktora tezlerinin analizi. *Journal of Turkish Science Education, 9*(1), 49-64.

Ecevit, T., Yıldız, M., & Balcı, N. (2015). Türkiye'deki STEM Eğitimi Çalışmalarının İçerik Analizi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 22*(1), 263-286.

Ejiwale, J. A. (2013). Barriers to successful implementation of STEM education. *Journal of Education and Learning, 7*(2), 63-74.

Eroğlu, S., & Bektaş, O. (2016). STEM eğitimi almış fen bilimleri öğretmenlerinin stem temelli ders etkinlikleri hakkındaki görüşleri. Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi - Journal of Qualitative Research in Education, 4(3), 43-67. [Online] www.enadonline.com DOI :10.14689/issn.2148-2624.1.4c3s3m

Ervural, B. Ç. (2020). Varyans Analizi (ANOVA) ve Kovaryans Analizi (ANCOVA) İle Deney Tasarımı: Bir Gıda İşletmesinin Tedarik Süresine Etki Eden Faktörlerin Belirlenmesi. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 7*(2), 923-941.

Ferhat, O., & SAĞIR, Ş. U.(2020). Fetemm etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin bilimin doğası hakkındaki görüşlerine etkisi. *Journal of STEAM Education, 3*(2), 32-43.

Gelen, S. (2019). Fizik Eğitiminde Çevreci Maket Ev Tasarımı: İşbirlikli Grup Çalışmasında Enerji Probleminin Çözüm Sürecinin Değerlendirilmesi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.

Guillen, M. (2001). Dünyayı değiştiren beş denklem. Çev: Gürsel Tanrıöver, Popüler Bilim Kitapları, Ankara: TÜBİTAK

Gül, K. (2019). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarına Yönelik Bir STEM Eğitimi Dersinin Tasarlanması, Uygulanması ve Değerlendirilmesi. Yayınlanmamış doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Gül, E. (2018). Bilim uygulamaları dersi için FETEMM merkezli bir öğretim programı önerisi ve etkililiği. Yayınlanmamış doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

Günbatar, S. A., & Tabar, V. (2019). Türkiye'de gerçekleştirilen STEM araştırmalarının içerik analizi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 16*(1), 1054-1083.

Güneş, H., & Karaşah, Ş. (2016). Geçmişten günümüze fen eğitiminin önemi ve fen eğitiminde son yıllarda yapılan çalışmalar. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi, 5*(3), 122-136.

Güven, Ç. (2020). STEM uygulamaları ile zenginleştirilmiş 7E Öğrenme Modeli' nin 5. sınıf öğrencilerinin bilişsel süreç becerilerine etkisi. Yayınlanmamış doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Herdem, K., & İbrahim, Ü. N. A. L. (2018). STEM eğitimi üzerine yapılan çalışmaların analizi: Bir meta-sentez çalışması. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, *48*(48), 145-163.

Irak, M. (2019). 5. sınıf fen bilimleri dersi Işığın Yayılması ünitesine yönelik STEM uygulamalarının akademik başarı ve STEM'e karşı tutum üzerine etkisinin incelenmesi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli.

Irwin, A. (2001). Constructing the scientific citizen: science and democracy in the biosciences. *Public understanding of science*, *10*(1), 1-18.

İzgi, S. (2020). Fen Bilimleri dersi elektrik enerjisinin dönüşümü konusuna 5E modeli ile temellendirilmiş bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) yaklaşımının 7. Sınıf öğrencilerinin akademik başarı ve bilimsel süreç becerilerine etkisi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay.

Jones, M. G., Childers, G., & Stanley, R. (2020). Science Instruction in STEM and Non-STEM High Schools. *Electronic Journal for Research in Science & Mathematics Education*, *24*(4), 69-90.

Kahraman, S., Ertutar, Y., & Girgin, S. C. (2009). Mühendislik eğitimi ve akreditasyon (pp.*277*, 284). *İnşaat Mühendisliği Eğitimi Sempozyumu*, Antalya.

Kampüsü, T. E. (2020, 1 4). *Nedir Bu STEM? Neden STEM? Ülkemizde STEM.* Ocak 4, 2020 tarihinde BİLİM Şenliği: https://www.bilimsenligi.com/nedir-stem-stem-ulkemizde-stem.html/ adresinden alındı

Kapan, G. (2019). 7. sınıf fen bilimleri dersi elektrik devreleri ünitesinde STEM uygulamalarının akademik başarı, motivasyon ve bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Zonguldak.

Karakaş, A. (2017). Fen, teknoloji, mühendislik, matematik (STEM) uygulamalarının fen öğretimine yansımaları. Yayınlanmamış doktora tezi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli.

Karamustafaoğlu, O., Tezel, Ö., & Sarı, U. (2018). *Güncel Yaklaşım ve Yöntemlerle Etkinlik Destekli Fen Öğretimi.* Ankara: Pegem Akademi Yayınları.

Karamustafaoğlu, O. (2009). Fen Ve Teknoloji Eğitiminde Temel Yönelimler. Kastamonu Eğitim Dergisi, Cilt:17, No:1, 87-102.

Karcı, M. (2018). STEM etkinliklerine dayalı senaryo tabanlı öğrenme yaklaşımının (STÖY) öğrencilerin akademik başarıları, meslek seçimleri ve motivasyonları üzerine etkisinin incelenmesi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.

Kartal, N. (2021). Lise fizik dersleri için STEM aktivitelerinin geliştirilmesi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.

Muşlu Kaygısız, G. Benzer, E. Uçar, M (2017). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bilimsel Süreç Becerilerine Dayalı Deney Tasarımlarının Değerlendirilmesi. Sakarya University Journal of Education, 7(3), 467-483.

Kilty, T., Burrows, A., Welsh, K., Kilty, K., McBride, S., & Bergmaier, P. (2021). Transcending Disciplines: Engaging College Students in Interdisciplinary Research, Integrated STEM, and Partnerships. *Journal of Technology and Science Education, 11*(1), 146-166.

Kingsley, T. L., & Grabner-Hagen, M. M. (2015). Gamification: Questing to Integrate Content Knowledge, Literacy, and 21st-Century Learning. *Journal of adolescent & adult literacy, 59*(1), 51-61.

Kiral, B. (2020). Nitel bir veri analizi yöntemi olarak doküman analizi. *Siirt Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 8*(15), 170-189.

Kitchenham, B. (2004). Procedures for performing systematic reviews. *Keele, UK, Keele University, 33*(2004), 1-26.

Koca, E. (2018). STEM yaklaşımı ile basınç konusunda bir öğretim modülünün geliştirilmesi ve uygulanabilirliğinin incelenmesi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Aksaray Üniversitesi, Aksaray.

Kocakaya, S. & Ensari, Ö. (2018). Physics pre-service teachers' views on STEM activities. *In Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching,* 19(1).

Koç, N. (2019). Tasarım temelli fen eğitiminde BilTeMM uygulamalarının bilimsel süreç becerilerine, FeTeMM meslek ilgilerine ve STEM tutumlarına etkisi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Fırat Üniversitesi, Elazığ.

Koçan, H. (2019). 6. Sınıf madde ve ısı ünitesinde STEM eğitim uygulamalarının bilimsel yaratıcılığa olan etkisinin incelenmesi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Köngül, Ö. (2019). Fen, Teknoloji, mühendislik Ve Matematik (STEM) uygulamalarının 6. sınıf öğrencilerinin Problem çözme Becerilerine Ve Bilimsel süreç Becerilerine Etkisinin incelenmesi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.

Kurt, H. S. & Topçu, M. S. (2019). Fizik eğitiminde bir STEM etkinliği tasarımı: Crookes radyometresi tasarlıyorum. *Temel Eğitim Dergisi*, *1*(3), 11-16.

Kurt, M. (2019). STEM uygulamalarının 6. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına, problem çözme becerilerine ve STEM'e karşı tutumlarına etkisi üzerine bir araştırma. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Gazi Üniversitesi, Ankara.

Kutlu, E. (2019). FeTeMM destekli fen öğretiminin 8. sınıf öğrencilerinin sorgulayıcı öğrenme becerileri algısı ve mühendislik bilgi düzeyi üzerindeki etkisi: basit makineler örneği. Yüksek lisans tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van.

Cunningham, C. M., & Lachapelle, C. P. (2014). Designing engineering experiences to engage all students. *Engineering in pre-college settings: Synthesizing research, policy, and practices*, *21*(7), 117-142.

Long, N. T., Yen, N. T. H., & Van Hanh, N. (2020). The Role of Experiential Learning and Engineering Design Process in K-12 Stem Education. *International Journal of Education and Practice*, *8*(4), 720-732.

McDonald, C. V. (2016). STEM Education: A review of the contribution of the disciplines of science, technology, engineering and mathematics. *Science Education International*, *27*(4), 530-569.

Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. sage.

Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2016). *STEM eğitimi raporu*.

Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı. (2018). *Ortaöğretim fizik dersi öğretim programı.*

Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı. (2018). *Ortaöğretim matematik dersi öğretim programı.*

Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı. (2018). *Teknoloji ve tasarım dersi öğretim programı.*

Millî Eğitim Bakanlığı Özel Öğretim Kurumları Genel Müdürlüğü (2019). *Kazanım Merkezli STEM Uygulamaları.*

Mundy, M. A., & Ratcliff, M. (2021). Attracting Noyce Students to Become STEM Teachers. *Journal of Instructional Pedagogies*, 25.

Nağaç, M. (2018). 6. sınıf fen bilimleri dersi madde ve ısı ünitesinin öğretiminde fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FETEMM) eğitiminin öğrencilerin akademik başarısı ve problem çözme becerilerine etkisinin incelenmesi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay.

Nathan, M. J., Atwood, A. K., Prevost, A., Phelps, L. A., & Tran, N. A. (2011). How professional development in Project Lead the Way changes high school STEM teachers' beliefs about engineering education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, *1*(1), 3.

National Research Council, Singer, S. R., Nielsen, N. R., & Schweingruber, H. A. (2012). *Discipline-based education research: Understanding and improving learning in undergraduate science and engineering*. Washington, DC: National Academies Press, 6-11.

Oflaz, Ö. (2019). Fetemm etkinliklerinin kavramsal anlama ve motivasyon üzerine etkilerinin incelenmesi: fizikte dalgalar. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Owston, R., York, D. N., Malhotra, T., & Sitthiworachart, J. (2020). Blended Learning in STEM and Non-STEM Courses: How Do Student Performance and Perceptions Compare?. *Online Learning*, *24*(3), 203-221.

Ozan, F. & Uluçınar Sağır, Ş. (2020). FeTeMM etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin bilimin doğası hakkındaki görüşlerine etkisi. *Bilim, Teknoloji, Mühendislik, Matematik ve Sanat (JSTEAM) Eğitim Dergisi, 3* (2), 32-43.

Önaçan, M. B. K. (2020). Türkiye'de Yeşil Bilişim Çalışmaları: Sistematik Literatür Taraması. *Iğdır Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (21), 345-368.

Özaslan, S. (2019). Işığın kırılması ve mercekler ünitesine yönelik STEM yaklaşımına göre geliştirilen etkinliğin öğrencilerin akademik başarısına ve tutumuna etkisi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya.

Özcan, H., & Karabaş, Ç. (2019). Türkiye'de STEM Konusunda Bilimsel Dergilerde Yayımlanan Makalelerin Yöntemsel Açıdan İncelenmesi. In *International Symposium on Active Learning Proceedings Book* (pp. 164-166).

Özkan, Y. Ö., & Şenyurt, S. (2017). Eğitimde ölçme ve değerlendirme alanında yapılan yüksek lisans tezlerinin tematik ve metodolojik açıdan incelenmesi. *İlköğretim Online, 16*(2), 628-653.

Özkızılcık, M., & Cebesoy, Ü. B. (2020). Tasarım Temelli FeTeMM Etkinliklerinin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Problem Çözme Becerilerine ve FeTeMM Öğretimi Yönelimlerine Etkisinin İncelenmesi1. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 33*(1), 177-204.

Özlen, S. (2019). 8. sınıf düzeyinde basit makinalar konusunda tasarım temelli STEM etkinliklerinin geliştirilmesi ve etkinliklerinin değerlendirilmesi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla.

Özmen, H., & Karamustafaoğlu, O. (2019). *Eğitimde Araştırma Yöntemleri.* Ankara: Pegem Akademi.

Öztürk, D. (2020). İlkokul 4. sınıf fen bilimleri dersinde stem etkinliklerinin akademik başarıya etkisi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Ordu Üniversitesi, Ordu.

Pimthong, P., & Williams, P. J. (2021). Methods Course for Primary Level STEM Preservice Teachers: Constructing Integrated STEM Teaching. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 17*(8).

Pulat, N. (2020). Türkiyede Yayınlanmış Olan FeTeMM (STEM) Etkinliklerinin Pedagojik Alan Bilgisi Teorik Çerçevesi İle İncelenmesi. Yüksek lisans tezi, Van Yüzüncüyıl Üniversitesi, Van.

Püsküllü, D. (2019). Ortaokul fen bilimleri öğretiminde STEM (FeTeMM) üzerine yapılmış lisansüstü tezlerin değerlendirilmesi. Yüksek lisans tezi, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Hatay.

Rahman, N. A., Rosli, R., Rambely, A. S., & Halim, L. (2021). Mathematics Teachers' Practices of STEM Education: A Systematic Literature Review. *European Journal of Educational Research, 10*(3), 1541-1559.

Razali, F. (2021). Exploring Crucial Factors of an Interest in STEM Career Model among Secondary School Students. *International Journal of Instruction, 14*(2), 385-404.

Sarica, R. (2020). Analysis of Postgraduate Theses Related to STEM Education in Turkey: A Meta-Synthesis Study. *Acta Didactica Napocensia, 13*(2), 1-29.

Shaw, N., McSweeney, C., Smyth, N., O'Neill, S., Foley, C., Phelan, R., ... & Conroy, L. (2015). Collaborating with Space-related Research Institutes, Government Agencies and an Artistic team to create a series of Space-themed public events in Ireland in 2014. *In European Planetary Science Congress* (pp. EPSC2015-778).

Snyder, C., & Stevenson, O. (2021). G 2 ROW STEM: Girls and Guys Realizing Opportunities with STEM. *Grantee Submission*.

Soslu, Ö. (2013). Türkiye'de fizik eğitimi araştırmalarında genel eğilimler. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 10*(1), 201-226.

Soysal, M. T. (2019). 8. sınıf fen bilimleri dersinde tematik stem eğitimi: Deprem örneği. Yüksek lisans tezi, Sakarya Üniversitesi, Sakarya.

Widayanti et al 2019 J. Phys.: Conf. Ser. 1155 012021

Şapkan, Ö. (2019). 6. sınıf öğrencilerinin mühendislik ve mühendis algılarının madde ve ısı ünitesindeki FeTeMM eğitimi sürecinde incelenmesi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Van Yüzüncü yıl Üniversitesi, Van.

Şenkal, O., & Dinçer, S. (2016). Türkiye'de fizik eğitimi-öğretimi ile ilgili yapılan çalışmaların eğilimi. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 25*(2), 57-70.

Şeten, C. (2012). *Meta-Analiz:* çok boyutlu öğrenci yaşam tatmini ölçeğinin (MSLSS) güvenilirlik genelleştirmesine ilişkin bir uygulama. Yüksek lisans tezi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya.

Şık, N. Ü. (2019). Bilimin doğası unsurlarının fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) yaklaşımı ile öğretimi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.

Şimşek, F. (2019). FeTeMM etkinliklerinin öğrencilerin fen tutum, ilgi, bilimsel süreç becerileri üzerine etkisi ve öğrenci görüşleri. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 10(3), 654-679.

Tabar, V. (2018). Ülkemizde FeTeMM alanında yapılmış olan çalışmaların içerik analizi. Yüksek lisans tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Van.

Tipi, M. (2021). Fetemm (stem) eğitim araçları kapsamında yenilenebilir enerji sistemleri eğitimi üzerine oyuncak seti tasarımı. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Erciyes Üniversitesi, Kayseri.

Tezsezen, S. (2017). Öğretmen Adaylarının FeTeMM farkındalıklarının FeTeMM Alanları Tanımları ve İlişkileri Üzerinden İncelenmesi. Yayınlanmış yüksek lisans tezi, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul.

Tomaç, C. (2019). Etkili STEM eğitim materyallerinin geliştirilmesi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.

Topalsan, A. K. (2018). Sınıf Öğretmenliği Öğretmen Adaylarının Geliştirdikleri Mühendislik Tasarım Temelli Fen Öğretim Etkinliklerinin Değerlendirilmesi. *YYÜ Eğitim Fakültesi Dergisi (YYU Journal of Education Faculty), 15*(1), 186-209.

Tozlu, İ., Gülseven, E., & Tüysüz, M. (2019). FeTeMM eğitimine yönelik etkinlik uygulaması: Kuvvet ve enerji örneği. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *16*(1), 869-896.

Turgut, H. (2007). Scientific literacy for all. *Ankara University Journal of Faculty of Educational Sciences (JFES), 40*(2), 233-256.

Türkoguz, S. , & Kayalar, A. (2021). Mobil-FeTeMM Öğretim Uygulamalarının Öğretmen Adaylarının Mühendislik Tasarım Süreç Becerilerine Etkisi. *Asya Öğretim Dergisi*, *9*(2), 34-54.

Uçar, R. (2019). Argümantasyonla zenginleştirilmiş stem etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin güneş sistemi ve ötesi ünitesindeki akademik başarılarına, astronomiye yönelik tutumlarına, eleştirel düşünme eğilimlerine ve STEM kariyer ilgilerine etkisi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın.

URL-1,https://www.fldoe.org/academics/standards/subject-areas/math science/stem/defining-stem.stml Florida Department of Education, *Defining STEM.* 5 Aralık 2021.

Herdem, K., & İbrahim, Ü. N. A. L. (2018). STEM eğitimi üzerine yapılan çalışmaların analizi: Bir meta-sentez çalışması. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, *48*(48).

Wach, E., & Ward, R. (2013). Learning about qualitative document analysis.

Yakman, G. (2012). Recognizing the in STEM Education. *Middle Ground*, *16*(1), 15.

Yalçın, V. (2019). Kuram, öğretim modeli, uygulama yöntemi ve çalışma planı bağlamında STEM. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, *7*(90), 356-368.

Yalçın, S. (2018). 21. yüzyıl becerileri ve bu becerilerin ölçülmesinde kullanılan araçlar ve yaklaşımlar. *Ankara University Journal of Faculty of Educational Sciences (JFES)*, *51*(1), 183-201.

Yener, Ö. Z. E. N., & Abdulkadir, G. (2007). Sosyal ve eğitim bilimleri araştirmalarinda evren-örneklem sorunu. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, (15), 394-422.

Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2016). Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri (10. bs.). *Ankara: Seçkin Yayıncılık*.

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

Yıldırım, H., & Morgül, E. (2013). Türkiye'de yönetim ve organizasyon disiplininde yapılan bilimsel çalışmalarda kullanılan istatistik analiz yöntemleri üzerine bir inceleme. Öneri Dergisi, *10*(40), 91-101.

Yıldırım, H., ve Gelmez-Burakgazi, S. (2020). Türkiye'de STEM eğitimi konusunda yapılan çalışmalar üzerine bir araştırma: Meta-sentez çalışması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi,50,* 291-314. doi: 10.9779/pauefd.590319

Yılmaz, C. N. (2019). Stem eğitiminin 10. sınıf öğrencilerinin akademik başarıları, stem ve fizik tutumları üzerine etkisi, Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli.

Yüzgeç, S. (2021). STEM temelli etkinliklerle astronomi öğretiminin astronomi tutumuna etkisi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya.

Zengin, N., Kaya, G. ve Pektaş, M. (2020). STEM temelli araştırmalarda kullanılan ölçme ve değerlendirme yöntemlerinin incelenmesi. Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 40(2), 329-355.

Zhang, J., Bohrnstedt, G., Zheng, X., Bai, Y., Yee, D., & Broer, M. (2021, June). Choosing a College STEM Major: The Roles of Motivation, High School STEM Coursetaking, NAEP Mathematics Achievement, and Social Networks. AIR-NAEP Working Paper 2021-02. *American Institutes for Research*.

8.EKLER

EK 1. Araştırma Kapsamında İncelenen Lisansüstü Tezlerin Kodları

Kodu	Yazar ve Yıl	Tez Adı
T 1	Irak, M. (2019).	5. sınıf fen bilimleri dersi Işığın Yayılması ünitesine yönelik STEM uygulamalarının akademik başarı ve STEM'e karşı tutum üzerine etkisinin incelenmesi
T 2	Dedetürk, A. (2018).	6. sınıf ses konusunda FeTeMM yaklaşımı ile öğretim etkinliklerinin geliştirilmesi, uygulanması ve başarıya etkisinin araştırılması
T 3	Akkaya, M. (2019)	Kuvvet ve Hareket ünitesinde uygulanan STEM etkinliklerinin 6.sınıf öğrencilerinin başarı, tutum ve görüşleri üzerine etkisi
T 4	Büyükbastırmacı, Z. (2019).	7. sınıf kuvvet ve enerji ünitesinde kullanılan STEM uygulamalarının başarı, tutum ve motivasyon üzerindeki etkisi
T 5	Koçan, H. (2019)	6. sınıf madde ve ısı ünitesinde STEM eğitim uygulamalarının bilimsel yaratıcılığa olan etkisinin incelenmesi
T 6	Aysu, G. (2019).	Probleme dayalı öğrenme tabanlı STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarına ve öğrendikleri bilgilerin kalıcılığına etkisinin incelenmesi
T 7	Kapan, G. (2019).	7. sınıf fen bilimleri dersi elektrik devreleri ünitesinde STEM uygulamalarının akademik başarı, motivasyon ve bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi
T 8	Oflaz, Ö. (2019),	FeTeMM etkinliklerinin kavramsal anlama ve motivasyon üzerine etkilerinin incelenmesi: fizikte dalgalar
T 9	Özlen, S. (2019)	8. sınıf düzeyinde basit makinalar konusunda tasarım temelli

		STEM etkinliklerinin geliştirilmesi ve etkinliklerinin değerlendirilmesi
T 10	Şapkan, Ö. (2019).	6. sınıf öğrencilerinin mühendislik ve mühendis algılarının madde ve ısı ünitesindeki FeTeMM eğitimi sürecinde incelenmesi
T 11	Kutlu, E. (2019)	FeTeMM destekli fen öğretiminin 8. sınıf öğrencilerinin sorgulayıcı öğrenme becerileri algısı ve mühendislik bilgi düzeyi üzerindeki etkisi: basit makineler örneği
T 12	İzgi, S. (2020)	Fen Bilimleri dersi elektrik enerjisinin dönüşümü konusuna 5E modeli ile temellendirilmiş bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) yaklaşımının 7. Sınıf öğrencilerinin akademik başarı ve bilimsel süreç becerilerine etkisi
T 13	Büyükdede, M. & Tanel, R. (2018).	İş-Enerji ve İtme-Momentum konularına yönelik FeTeMM etkinliklerinin kavramsal anlama üzerine etkisi.
T 14	Aydoğan, B. (2019).	Mühendislik tasarım temelli öğretimin 7. sınıf öğrencilerinin mühendisliğin doğası görüşleri ve STEM e yönelik tutumlarına etkileri
T 15	Durmaz, B. (2018).	Aynalar konusunun öğretiminde FeTeMM yaklaşımının öğrencilerin beceri, tutum, yaratıcılık ve öğretim hakkındaki görüşlerine etkisi
T 16	Doğan, İ. (2019).	STEM etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine, fen ve STEM tutumlarına ve elektrik enerjisi ünitesindeki başarılarına etkisi
T 17	Biçer, A. (2019).	STEM yaklaşımına dayalı elektrik devre elemanları konusu öğretiminin 5. sınıf özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin akademik başarılarına ve kalıcılığına etkisi
T 18	Baydar, Z. (2018).	Elektrik enerjisi ünitesinin FeTeMM ve argümantasyona dayalı işlenmesinin öğrencilerin yaratıcılık, tutum, beceri ve öğretim hakkındaki görüşlerine etkisi.

T 19	Yılmaz, C. N. (2019).	STEM eğitiminin 10. sınıf öğrencilerinin akademik başarıları, STEM ve fizik tutumları üzerine etkisi
T 20	Uçar, R. (2019).	Argümantasyonla zenginleştirilmiş STEM etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin güneş sistemi ve ötesi ünitesindeki akademik başarılarına, astronomiye yönelik tutumlarına, eleştirel düşünme eğilimlerine ve STEM kariyer ilgilerine etkisi
T 21	Özaslan, S. (2019).	Işığın kırılması ve mercekler ünitesine yönelik STEM yaklaşımına göre geliştirilen etkinliğin öğrencilerin akademik başarısına ve tutumuna etkisi
T 22	Kartal, N. (2021).	Lise fizik dersleri için STEM aktivitelerinin geliştirilmesi
T 23	Nağaç, M. (2018).	6. sınıf fen bilimleri dersi madde ve ısı ünitesinin öğretiminde fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) eğitiminin öğrencilerin akademik başarısı ve problem çözme becerilerine etkisinin incelenmesi
T 24	Koç, N. (2019).	Tasarım temelli fen eğitiminde BilTeMM uygulamalarının bilimsel süreç becerilerine, FeTeMM meslek ilgilerine ve STEM tutumlarına etkisi.
T 25	Karakaş, A. (2017).	Fen, teknoloji, mühendislik, matematik (STEM) uygulamalarının fen öğretimine yansımaları.
T 26	Tomaç, C. (2019).	Etkili STEM eğitim materyallerinin geliştirilmesi
T 27	Koca, E. (2018).	STEM yaklaşımı ile basınç konusunda bir öğretim modülünün geliştirilmesi ve uygulanabilirliğinin incelenmesi
T 28	Tezsezen, S. (2017).	Öğretmen adaylarının FeTeMM farkındalıklarının FeTeMM alanları tanımları ve ilişkileri üzerinden incelenmesi
T 29	Gül, E. (2018).	Bilim uygulamaları dersi için FeTeMM merkezli bir öğretim programı önerisi ve etkililiği.
T 30	Alp, A. T. (2019).	STEM uygulamalarının fizik başarısına etkisi: Basınç

T 31	Alnıak, S. (2019).	Fizik konularında STEM eğitiminin öğrencilerin tutumlarına Ve Problem çözme Becerilerine Etkisinin incelenmesi
T 32	Gelen, S. (2019).	Fizik Eğitiminde Çevreci Maket Ev Tasarımı: İşbirlikli Grup Çalışmasında Enerji Probleminin Çözüm Sürecinin Değerlendirilmesi
T 33	Kurt, M. (2019).	STEM uygulamalarının 6. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına, problem çözme becerilerine ve STEM'e karşı tutumlarına etkisi üzerine bir araştırma.
T 34	Köngül, Ö. (2019).	Fen, Teknoloji, mühendislik Ve Matematik (STEM) uygulamalarının 6. sınıf öğrencilerinin Problem çözme Becerilerine Ve Bilimsel süreç Becerilerine Etkisinin İncelenmesi
T 35	Öztürk, D. (2020).	İlkokul 4. sınıf fen bilimleri dersinde STEM etkinliklerinin akademik başarıya etkisi
T 36	Güven, Ç. (2020).	STEM uygulamaları ile zenginleştirilmiş 7E Öğrenme Modeli' nin 5. sınıf öğrencilerinin bilişsel süreç becerilerine etkisi
T 37	Ayverdi, L. (2018).	Özel yetenekli öğrencilerin fen eğitiminde teknoloji, mühendislik ve matematiğin kullanımı: FeTeMM yaklaşımı
T 38	Karcı, M. (2018).	STEM etkinliklerine dayalı senaryo tabanlı öğrenme yaklaşımının (STÖY) öğrencilerin akademik başarıları, meslek seçimleri ve motivasyonları üzerine etkisinin incelenmesi
T 39	Şık, N. Ü. (2019).	Bilimin doğası unsurlarının fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) yaklaşımı ile öğretimi
T 40	Yüzgeç, S. (2021).	STEM temelli etkinliklerle astronomi öğretiminin astronomi tutumuna etkisi
T 41	Tipi, M. (2021).	FeTeMM (STEM) eğitim araçları kapsamında yenilenebilir enerji sistemleri eğitimi üzerine oyuncak seti

		tasarımı
T 42	Bebek, G. (2021).	Özel yetenekli öğrencilere yönelik tasarlanan STEM etkinliğinin öğrencilerin bilimsel yaratıcılık, bilişsel başarı ve eleştirel düşünme becerisine etkisi: yenilenebilir enerji kaynakları konusu örneği
T 43	Gül, K. (2019).	Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarına Yönelik Bir STEM Eğitimi Dersinin Tasarlanması, Uygulanması ve Değerlendirilmesi
T 44	Dilek, T. (2019).	Lise 12. sınıf öğrencilerinin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) alanlarına yönelik ilgi ile fen ve teknoloji okuryazarlık özyeterlik algı düzeylerinin çeşitli değişkenler açısından incelenmesi üzerine bir araştırma.