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

FEN EĞİTİMİNDE STEM YAKLAŞIMININ ETKİLİLİĞİ: BİR META ANALİZ ÇALIŞMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mehmet DEĞERLİ

DİYARBAKIR-2021

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

FEN EĞİTİMİNDE STEM YAKLAŞIMININ ETKİLİLİĞİ: BİR META ANALİZ ÇALIŞMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN
Mehmet DEĞERLİ

TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. İbrahim Ümit YAPICI

DİYARBAKIR-2021

T.C

DİCLE UNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

DİYARBAKIR

Mehmet DEĞERLİ tarafından yapılan "Fen Eğitiminde STEM Yaklaşımının Etkililiği: Bir Meta Analiz Çalışması" konulu bu çalışma, jürimiz tarafından Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyesinin

Ünvanı Adı Soyadı

Başkan: Doç. Dr. İ.Ümit YAPICI

Üye : Doç. Dr. Medine BARAN

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Zeynel Abidin MISIRLI

Tez Savunma Sınavı Tarihi: 09/07/2021

Yukarıdaki bilgilerin doğruluğunu onaylarım.

.../...../20

Prof. Dr. Bahar BURTAN DOĞAN

ENSTİTÜ MÜDÜRÜ

(MÜHÜR)

BİLDİRİM

Tezimin içerdiği yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadığımı ve bu tezi Dicle Üniversitesi 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 araştırmada kullanılan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ediyorum.

09/07/2021

Mehmet DEĞERLİ

ÖNSÖZ

Bu tez çalışması, fen eğitiminde STEM yaklaşımının öğrencilerin akademik başarıları, bilimsel süreç becerileri ve fen bilimleri dersine yönelik tutumları üzerindeki etkisini incelemek amacıyla gerçekleştirilen bir meta analiz çalışmasıdır.

Uzun süreli bir çalışmanın ürünü olan bu araştırmanın konu seçiminden tezin teslim sürecine kadar her noktada bana rehberlik eden, önerileriyle ve yapıcı eleştirileriyle bana destek olan tez danışmanım Doç. Dr. İbrahim Ümit YAPICI'ya teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca Tez Savunma Jürisinde bulunan Doç. Dr. Medine BARAN ve Dr. Öğretim Üyesi Zeynel Abidin MISIRLI'ya tez çalışmamın geliştirilmesi noktasında sundukları değerli katkılardan ötürü teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın her noktasında sevgi ve desteklerini hissettiğim, varlıklarıyla her an yanımda olan kıymetli anneme, babama ve hayatıma anlam katan saygıdeğer eşime sonsuz şükranlarımı sunarım.

Mehmet DEĞERLİ

Oğlum Çınar'a…

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ i
İÇİNDEKİLER iii
ÖZET vi
TABLOLAR LİSTESİ viii
ŞEKİLLER LİSTESİ x
KISALTMALAR LİSTESİ xi
1. GİRİŞ 1
1.1 Problem Durumu 1
1.2 Araştırmanın Amacı 3
1.3 Araştırmanın Önemi 4
1.4 Araştırmanın Sınırlılıkları 4
1.5 Araştırmanın Varsayımları 5
1.6 Tanımlar 5
2. KURAMSAL ÇERÇEVE 7
2.1 Fen, Fen Eğitimi ve Fen Okuryazarlığı 7
2.1.1 Fen Bilimleri Eğitim Programı 8
2.2 Stem Eğitimi ve Stem Eğitiminin Tarihsel Gelişimi 12
2.2.1 STEM Eğitiminin Amacı 13
2.2.2 STEM Disiplin Alanları ve Entegrasyonu 15
2.2.2.1 Science (Fen-Bilim) ve Entegrasyonu 15
2.2.2.2 Technology (Teknoloji) ve Entegrasyonu 16
2.2.2.3 Engineering (Mühendislik) ve Entegrasyonu 17
2.2.2.4 Mathematics (Matematik) ve Entegrasyonu 19
2.2.3 Türkiye'de ve Dünyada STEM Eğitimi 20
2.2.3.1 Türkiye'de STEM Eğitimi 20
2.2.3.2 Dünyada STEM Eğitimi 22
2.2.4 STEM Eğitimi Açısından Öğretmen Yeterlilikleri 25
2.2.5 STEM Eğitimi ile ilgili Yanlışlar 27
2.3 İlgili Çalışmalar 28

2.3.1 STEM Eğitimi İle İlgili Yurtiçinde Yapılan Çalışmalar 28
2.3.2 STEM Eğitimi İle İlgili Yurtdışında Yapılan Çalışmalar 31
2.3.3 Meta Analiz İle İlgili Yurtiçinde Yapılan Çalışmalar 32
2.3.4 Meta Analiz İle İlgili Yurtdışında Yapılan Çalışmalar 36
3. YÖNTEM 38
3.1 Araştırmanın Modeli 38
3.1.1. Meta Analiz ve Tarihsel Gelişimi 40
3.1.2 Meta Analiz Türleri 41
3.1.2.1 Grup Karşılaştırma 41
3.1.2.2 Korelasyonel Meta Analiz 42
3.1.3 Meta Analiz Yönteminde Kullanılan İstatistiksel Modeller 42
3.1.3.1 Sabit Etkiler Modeli (Fixed Effect Model) 42
3.1.3.2 Rastgele Etkiler Modeli (Random Effects Model) 42
3.1.4 Meta Analizde Etki Büyüklüğü 43
3.1.5 Meta Analizde Heterojenlik Testi 44
3.1.6 Meta Analizde Geçerlik Ve Güvenirlik 44
3.1.7 Meta Analizde Yayın Yanlılığı 44
3.1.8 Meta Analiz Yönteminin Avantajları 45
3.1.9 Meta Analiz Yönteminin Sınırlılıkları 45
3.1.10 Meta Analizin Aşamaları 46
3.2 Verilerin Toplanması 47
3.2.1 Çalışma Seçiminde Bağlı Kalınan Ölçütler 47
3.2.1.1 Dâhil Edilme Ölçütleri 48
3.2.1.2 Hariç Tutulma Ölçütleri 48
3.2.2 Çalışmanın Karakteristikleri (Bağımlı Ve Bağımsız Değişkenler) 48
3.2.3 Çalışmaların Kodlanması 49
3.3 Verilerin Analizi 49
4. BULGULAR 51
4.1 Betimleyici İstatistiklere İlişkin Bulgular 51
4.1.1 Birinci Alt Probleme İlişkin Betimleyici İstatistikler 52
4.1.2 İkinci Alt Probleme İlişkin Betimleyici İstatistikler 54

4.1.3 Üçüncü Alt Probleme İlişkin Betimleyici İstatistikler 56
4.2 Etki Büyüklüklerine İlişkin Bulgular 57
4.2.1 Birinci Alt Problemin Etki Büyüklüklerine İlişkin Bulgular 58
4.2.1.1 Birinci Alt Problemin Sınıf Düzeyine İlişkin Moderatör Analizi 65
4.2.2 İkinci Alt Problemin Etki Büyüklüklerine İlişkin Bulgular 71
4.2.3 Üçüncü Alt Problemin Etki Büyüklüklerine İlişkin Bulgular 76
5. TARTIŞMA 83
5.1 Betimsel Analiz Bulgularına İlişkin Tartışma 83
5.2 Birinci Alt Probleme İlişkin Tartışma 83
5.2.1 Birinci Alt Problemin Sınıf Düzeyi Moderatörüne İlişkin Tartışma 86
5.3 İkinci Alt Probleme İlişkin Tartışma 86
5.4 Üçüncü Alt Probleme İlişkin Tartışma 88
6. SONUÇ VE ÖNERİLER 90
6.1 Sonuçlar 90
6.2 Öneriler 91
KAYNAKÇA 93
EKLER LİSTESİ 113
Ek-1 Kodlama Formu 113
Ek-2 Meta Analiz Kapsamına Alınan Çalışmalar 115

ÖZET

Fen Eğitiminde STEM Yaklaşımının Etkililiği: Bir Meta Analiz Çalışması

Bu araştırmada Türkiye'de fen eğitiminde STEM yaklaşımı ile ilgili mevcut durumu meta analiz yöntemiyle ortaya çıkarmak amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda fen eğitiminde STEM yaklaşımının geleneksel yöntemlere göre öğrencilerin akademik başarıları, bilimsel süreç becerileri ve fen bilimleri dersine yönelik tutumları üzerindeki etkisini incelemek amacıyla meta analiz çalışması yapılmıştır. Yapılan meta analiz çalışmasında belirlenen ölçütlere uygun olarak araştırma kapsamına alınan çalışmalar Yüksek Lisans ve Doktora düzeyinde olup bu çalışmalar Yüksek Öğretim Kurulu Başkanlığı Ulusal Tez Merkezi veri tabanından alınmıştır. Araştırma, 2010-2020 yılları arasında gerçekleştirilmiş, toplam 147 çalışma incelenmiş ve dâhil edilme kriterlerine uygun olan 46 Yüksek Lisans ve 6 Doktora çalışması meta analiz kapsamına alınmıştır. Toplam 52 adet çalışmanın örneklemini 4., 5., 6., 7. ve 8. sınıf seviyesindeki toplam 2878 öğrenci oluşturmaktadır. Analizler Comprehensive Meta Analysis V2 istatistik programı yardımıyla yapılmıştır. Çalışmalar analiz edilip birleştirildiğinde yapının heterojen olmasından dolayı rastgele etkiler modeli kullanılmıştır. Araştırma sonucunda, fen eğitiminde STEM yaklaşımının öğrencilerin akademik başarısına etki büyüklüğü 1.420, bilimsel süreç becerilerine etki büyüklüğü 1,457 fen bilimleri dersine yönelik tutumlarına etki büyüklüğü 0,526 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler yapılan sınıflandırmaya göre akademik başarı ve bilimsel süreç becerileri değişkenine göre geniş düzeyde, tutum değişkenine göre ise orta düzeyde bir etki büyüklüğüdür. Bu bağlamda fen eğitiminde STEM yaklaşımı öğrencilerin akademik başarısını arttırmada ve bilimsel süreç becerilerini geliştirmede olumlu yönde ve geniş düzeyde, fen dersine yönelik tutumları üzerinde olumlu yönde ve orta düzeyde bir etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Akademik başarıya olan etki büyüklüğü sınıf seviyesine göre farklılaşmış olup en yüksek etki 4. sınıf seviyesindeki çalışmalarda gözlenmiştir. STEM yaklaşımın mevcut değişkenler üzerindeki etkisini inceleyen çalışmaların tek bir çatı altında toplanması ve bu araştırma alanındaki eğilimleri gözler önüne sermek üzere yapılan, fen eğitiminde STEM yaklaşımının etkisinin incelendiği bu çalışma bundan sonra yapılacak olan çalışmalara ışık tutacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: STEM, meta analiz, fen bilimleri, akademik başarı, bilimsel süreç becerileri, tutum.

ABSTRACT

The Effectiveness of STEM Approach in Science Education: A Meta Analysis Study

In this research, it is aimed to reveal the current situation regarding the STEM approach in science education in Turkey with meta-analysis method. In this direction, a meta-analysis study was conducted to examine the effect of STEM approach in science education on students' academic success, scientific process skills and attitudes towards science lesson compared to conventional methods. In the meta-analysis study, the studies included in the research are at the Master's and Doctorate level and these studies were taken from the Higher Education Council National Thesis Center database. In the study, a total of 147 studies carried out between 2010 and 2020 were examined and 46 Master's and 6 PhD studies that met the inclusion criteria were included in the meta-analysis. The sample of a total of 52 studies consists of 2878 students, who are from 4th 5th 6th 7th and 8th grades, including the experimental and control groups. Analysis were made via statistics program Comprehensive Meta Analysis V2. The random effects model was used when the studies were analyzed and combined because the structure was heterogeneous. As a result of the research, the effect size of the STEM approach in science education on the academic success of the students was calculated as 1.420, the effect size on the scientific process skills was calculated as 1.457 and the effect size on the attitudes towards the science course was calculated as 0.526. According to the classification made, these values are at a large level according to the variable of academic success and scientific process skills, and at a medium level according to the variable of attitude. In this context, it has been concluded that the STEM approach in science education has a positive and moderate effect on increasing the academic success of students and improving their scientific process skills, and on their attitudes at a medium level. The effect size on academic success differed according to the grade level, and the highest effect was observed in studies at the 4th grade level. It is thought that this study, which examines the effects of the STEM approach in science education and is conducted to gather the studies examining the effect of the STEM approach on existing variables under a single roof and to reveal the trends in this research area, will enlighten on the studies to be done from now on.

Keywords: STEM, meta-analysis, science, academic success, scientific process skills, attitude.

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1. Çalışma Kapsamına Alınan Tezlerin Oranları 51
Tablo 2. Birinci Alt Probleme Ait Tez Frekansları 52
Tablo 3. Birinci Alt Probleme Ait Tezlerin Yıllara Göre Dağılımı 52
Tablo 4. Birinci Alt Probleme Ait Tezlerin Sınıf Seviyelerine Göre Dağılımı 53
Tablo 5. Birinci Alt Probleme Ait Tezlerin Örneklem Sayılarının Dağılımı 53
Tablo 6. İkinci Alt Probleme Ait Tez Frekansları 54
Tablo 7. İkinci Alt Probleme Ait Tezlerin Yıllara Göre Dağılımı 54
Tablo 8. İkinci Alt Probleme Ait Tezlerin Sınıf Seviyelerine Göre Dağılımı 55
Tablo 9. İkinci Alt Probleme Ait Tezlerin Örneklem Sayılarının Dağılımı 55
Tablo 10. Üçüncü Alt Probleme Ait Tez Frekansları 56
Tablo 11. Üçüncü Alt Probleme Ait Tezlerin Yıllara Göre Dağılımı 56
Tablo 12. Üçüncü Alt Probleme Ait Tezlerin Sınıf Seviyelerine Göre Dağılımı 57
Tablo 13. Üçüncü Alt Probleme Ait Tezlerin Örneklem Sayılarının Dağılımı 57
Tablo 14. Birinci Alt Problemin %95 Güven Aralığında Bireysel Etki Büyüklüğüne İlişkin Bulgular 58
Tablo 15. Birinci Alt Probleme İlişkin Heterojenlik Testi 61
Tablo 16. Birinci Alt Probleme İlişkin Genel Etki Büyüklükleri 61
Tablo 17. Birinci Alt Probleme İlişkin Classic Fail-Safe N Analizi 64
Tablo 18. Birinci Alt Probleme İlişkin Orwin's Fail-Safe N Analizi 64
Tablo 19. Sınıf Seviyesi Moderatörüne İlişkin Bireysel ve Genel Etki Büyüklükleri, %95 Güven Aralığında Alt ve Üst Limitleri ve p Değerleri 65
Tablo 20. Sınıf Seviyesine İlişkin Heterojenlik Test Bulguları 68
Tablo 21. Sınıf Düzeyi Moderatörüne İlişkin Rastgele Etkiler Modeli Genel Etki Büyüklükleri 69
Tablo 22. İkinci Alt Problemin %95 Güven Aralığında Bireysel Etki Büyüklüğüne İlişkin Bulgular 71
Tablo 23. İkinci Alt Probleme İlişkin Heterojenlik Testi 72
Tablo 24. İkinci Alt Probleme İlişkin Genel Etki Büyüklükleri 73
Tablo 25. İkinci Alt Probleme İlişkin Classic Fail-Safe N Analizi 75
Tablo 26. İkinci Alt Probleme İlişkin Orwin's Fail-Safe N Analizi 76

Tablo 27. Üçüncü Alt Problemin %95 Güven Aralığında Bireysel Etki Büyüklüğüne İlişkin Bulgular 77
Tablo 28. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Heterojenlik Testi 78
Tablo 29. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Genel Etki Büyüklükleri 79
Tablo 30. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Classic Fail-Safe N Analizi 81
Tablo 31. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Orwin's Fail-Safe N Analizi 82

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Birinci Alt Probleme İlişkin Hedges's Değerine Göre Etki Büyüklüklerinin Dağılım Huni Grafiği 60
Şekil 2. Birinci Alt Probleme İlişkin Çalışmaların Orman Grafiği ve Çalışma Ağırlıkları 62
Şekil 3. Birinci Alt Probleme İlişkin Çalışmaların Funnel Diyagramı (Yayın Yanlılığı Grafiği) 63
Şekil 4. Sınıf Seviyesi Moderatörüne İlişkin Etki Büyüklükleri Dağılımı ve Orman Grafiği 70
Şekil 5. İkinci Alt Probleme İlişkin Hedges's Değerine Göre Etki Büyüklüklerinin Dağılım Huni Grafiği..... 72
Şekil 6**.** İkinci Alt Probleme İlişkin Çalışmaların Orman Grafiği ve Çalışma Ağırlıkları .. 74
Şekil 7. İkinci Alt Probleme İlişkin Çalışmaların Funnel Diyagramı (Yayın Yanlılığı Grafiği) 75
Şekil 8. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Hedges's Değerine Göre Etki Büyüklüklerinin Dağılım Huni Grafiği 78
Şekil 9. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Çalışmaların Orman Grafiği ve Çalışma Ağırlıkları80
Şekil 10. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Çalışmaların Funnel Diyagramı (Yayın Yanlılığı Grafiği) 81

KISALTMALAR LİSTESİ

CMA: Comprehensive Meta Analysis

MEB: Milli Eğitim Bakanlığı

f: Frekans

n: Örneklem

%: Yüzde

p: Anlamlılık Derecesi

df: Serbestlik Derecesi

χ2: Kay-kare

Q: Heterojenlik Değeri

1. GİRİŞ

1.1 Problem Durumu

Bilim ve teknolojinin zamanla yarışır şekilde değişim ve gelişim içerisinde olması, içinde bulunduğumuz çağda sürekli bir yenilenme durumunda olmayı zorunlu kılmıştır. Bu değişim ve gelişimlere uyum sağlayabilen dolayısıyla sürekli yenilik halinde olan ve ihtiyaçlarını bu doğrultuda geliştiren ülkeler, başta ekonomik olmak üzere tüm alanlarda diğer ülkelere nazaran her zaman bir adım önde olmayı başarmışlardır. Bir toplumun ekonomik refahı, o toplumun eğitim sistemi ile doğrudan ilişkilidir. Zira güçlü ülkeler, eğitim sistemlerini sürekli ön planda tutarak, dünya genelinde bilim ve teknolojide meydana gelen değişimleri göz ardı etmeden, hem bu teknolojileri kullanabilen hem de teknolojiyi üreten ve geliştiren ülkeler olarak anılmaktadır. Küreselleşen dünyada ülkelerin ekonomik rekabeti, hızla gelişen bilim ve teknoloji gelecekte hayatımızı bugün olduğundan daha çok etkileyecektir (MEB, 2006). Dolayısıyla bilim ve teknolojide süregelen değişim ve gelişmeler eğitim alanını etkilemekte ve eğitim alanındaki değişimler de bilim ve teknolojiyi etkilemektedir (Selvi ve Yıldırım, 2017). İçinde bulunduğumuz çağdaki bu yenilikler nitelikli insan gücüne duyulan ihtiyacı da arttırmıştır. Bu süreçte eğitimin birçok sektörde olduğu gibi özellikle de istihdam, imalat, inovasyon ve nitelikli iş gücü gereksiniminin karşılanmasına hizmet etmesi beklenmektedir (Bybee, 2010; Dugger, 2010). Yetişmiş iş gücü standartları yüksek olan ülkeler, başta ekonomi olmak üzere diğer alanlarda da başka ülkelerin her zaman bir adım önündedir. Bu durumun temel nedenlerinin başında söz konusu ülkelerin bilim, teknoloji ve eğitim arasındaki etkileşimin önemini idrak etmeleri ve eğitim politikalarını gereksinimleri yönünde geliştirmeleri, bilhassa da fen ve matematik öğretim programlarını, gelişen çağın ihtiyaçlarına uygun olarak sürekli güncellemeleridir (Selvi ve Yıldırım, 2017). Özellikle içinde bulunduğumuz çağda süratle gelişen bilim ve teknolojiye ayak uydurabilmek için bireylere yenilikçi ve eleştirel düşünme, problem çözme, iletişim kurma, grup ile çalışma ve araştırma yapma gibi 21. yüzyıl becerilerinin kazandırılması büyük önem arz etmektedir (Aydın, Saka, ve Guzey, 2017). İçinde bulunduğumuz çağda küresel ölçekteki yarışta yer almak isteyen ülkelerin, ekonomik problemleriyle başa çıkabilmeleri amacıyla inovatif bir zihniyetle gelişme hedeflerini işe koşması ve buna paralel nitelikli istihdam olanakları oluşturmaları

gerekmektedir (OECD, 2010). Dolayısıyla ileride istihdam edilecek bireylerin eğitimi de çok mühim bir mesele olmaktadır. Küresel ölçekteki ekonomik yarışta yer edinebilmek maksadıyla gereken nitelikli iş gücünün bilim, teknoloji mühendislik ve matematik alanlarına yetkin bireyler yetiştirilmesi amaçlanmakla birlikte, eğitimin bu bireylerin yetiştirilmesi konusunda ciddi bir görevi olduğu ifade edilmektedir (Akgündüz, 2016a; Bybee, 2010; OECD, 2017)

STEM; Science, Technology, Engineering, Mathematics sözcüklerinin ilk seslerinin birleştirilmesiyle elde edilmiş bir kavram olup (Moomaw, 2013) 1990'lı yılların başında Amerika Birleşik Devletleri (ABD) tarafından fen, matematik, mühendislik ve teknoloji disiplinlerini entegre etmek üzere ortaya konulmuş bir yaklaşımdır (Sanders, 2009) STEM eğitimi; fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarını bir araya getirerek bütünleştiren, bu disiplinlerin birbiriyle ilişkili olarak öğretilmesini sağlayan disiplinler arası bir öğretim yaklaşımıdır (Roberts, 2012; Wang, Moore, Roehrig ve Park, 2011).

STEM eğitimi, esas olarak içinde bulunduğumuz çağda bireylerin öğrenmesi ve geliştirmesi gereken birtakım becerileri öğrencilere kazandırmayı hedeflemektedir (Thomas, 2014; Bybee, 2013). 21. yy. becerileri adı verilen bu beceriler; *öğrenme ve yenilikçilik becerileri* (yaratıcılık ve inovasyon, problem çözme, eleştirel düşünme, iletişim, iş birliği); *bilgi, medya ve teknoloji becerileri* (bilgi okuryazarlığı, medya okuryazarlığı, "Bilgi, İletişim ve Teknoloji" okuryazarlığı); *yaşam ve kariyer becerileri* (esneklik ve uyum, girişkenlik ve öz yönetim, sosyal ve kültürlerarası beceriler, üretkenlik ve hesap verebilirlik, liderlik ve sorumluluk) olarak ifade edilmektedir (Partnership for 21st Century Learning, 2007).

STEM eğitimi, ülkelerin geleceği yönünden büyük önem arz etmektedir. Sağlam temellere dayanan bir ekonomiye sahip olmak ve dünya genelinde söz sahibi olmak isteyen ülkeler, özellikle STEM alanlarında nitelikli işgücü yetiştirmek zorundadır (Gülhan, 2016). Dolayısıyla STEM eğitimi, Türkiye'nin ekonomik rekabet gücü açısından çok önemlidir (Corlu, Capraro ve Capraro, 2014). Nitekim Türkiye'nin PISA (Programme for International Student Assessment-Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı) ve TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study-Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması) gibi uluslararası sınavlardan aldığı sonuçlar, Türkiye'nin STEM eğitimine olan ihtiyacını gözler önüne sermektedir. 2015 TIMSS sonuçlarına göre, Türkiye'nin fen ve matematik başarısının tüm kademelerde ölçek ortalamasından düşük olduğu, hakeza 2018 PISA sonuçlarına göre Türkiye'nin fen ve matematik başarısının

OECD ülkelerinin ortalamasının altında kaldığı görülmektedir (Okulu, 2019). Her noktada bu ülkelerle rekabet etmek durumunda olan Türkiye'nin uluslararası sınavlardan aldığı bu sonuçlar, bir problem olarak görülmektedir (Okulu, 2019; Acar, 2018; Aydeniz, 2017; Çolakoğu ve Gökben, 2017; Elmalı ve Balkan Kıyıcı, 2017; Gülhan, 2016).

ABD, İngiltere, Singapur, Güney Kore gibi birçok ülke, PISA/TIMSS sınavlarında başarılı olabilmek amacıyla STEM eğitimine büyük önem vermektedir. Bu sınavlarda başarılı olan ve ilk sıralarda yer alan ülkelerin eğitim sistemleri incelendiğinde, bu ülkelerin çoğunun STEM eğitimini müfredatlarıyla bütünleştirdikleri görülmektedir (Yıldırım, 2018a). Türkiye'de STEM ile ilgili çalışmalar incelendiğinde, MEB 2015-2019 Stratejik Planı'nda STEM eğitiminin güçlendirilmesinin hedeflendiği (MEB, 2015); MEB tarafından hazırlanan STEM eğitimi Raporu'nda STEM eğitiminin tüm öğrencilere verilmesi gerektiği, MEB'in üniversiteler, TÜBİTAK ve TÜSİAD gibi kurum/kuruluşlarla birlikte STEM eğitimi eylem planı geliştirilebileceği, STEM merkezleri kurularak buralarda öğretmenlere hizmet içi eğitimlerin verilebileceği, öğretim programlarında ders içeriklerinin azaltılarak aşama aşama STEM eğitimine geçiş yapılabileceğinin vurgulandığı (MEB, 2016); 2018 Fen Bilimleri Öğretim Programı'na önceki yıllardan farklı bir şekilde *fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamaları*nın konulduğu (MEB, 2018) görülmektedir. Türkiye'nin PISA ve TIMSS gibi uluslararası sınavlarda başarılı olabilmesi ve 21. yy. dünyasında diğer ülkelerle ekonomik açıdan rekabet edebilmesi adına yaşanan bu gelişmelerin olumlu olduğu ve devam etmesi gerektiği düşünülmekle birlikte STEM eğitiminin öncelikli olarak ele alınması ülkemiz için bir gereklilik olarak görülmektedir. Nitekim, MEB (2016), ekonomik gelişmelerini sürdürülebilmek için dünyada birçok ülkenin STEM eğitimine başladığını ve Türkiye'nin de bu ekonomik rekabette yerini alabilmesi için STEM eğitimini, eğitim sistemine entegre etmesi gerektiğini belirtmektedir.

1.2 Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı, meta analiz yöntemi kullanılarak fen eğitiminde STEM yaklaşımının etkililiği hakkında genel bir düşünce oluşturmaktır. STEM yaklaşımının fen eğitiminde öğrencilerin bilimsel süreç becerileri, derse karşı tutumları ve akademik başarıları üzerindeki etkililiğinin ortaya konulması amaçlanmaktadır. Bu bakımdan ülkemizde 2010 - 2020 seneleri içerisinde STEM yaklaşımı doğrultusunda yapılmış olan araştırmaların meta analiz yoluyla incelenmesi ve bundan sonra yapılacak olan çalışmalara

yol göstermesi hedeflenmektedir. Bu temel amaç doğrultusunda aşağıdaki sorulara yanıt aranmıştır.

I. Fen eğitiminde kullanılan STEM yaklaşımının öğrencilerin fen akademik başarısı üzerindeki etkisi nasıldır?

a. Sınıf düzeyi açısından fen derslerinde kullanılan STEM yaklaşımının öğrencilerin akademik başarısındaki etki büyüklükleri arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

II. Fen Eğitiminde kullanılan STEM yaklaşımının öğrencilerin bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkisi nasıldır?

III. Fen eğitiminde kullanılan STEM yaklaşımının öğrencilerin fen derslerine tutumları üzerindeki etkisi nasıldır?

1.3 Araştırmanın Önemi

Yakın geçmiş zaman içerisinde ülkemizde STEM eğitimi ile ilgili yapılan çalışmalarda ciddi miktarda artış gözlemlenmiştir. Yapılan bu çalışmaların etkililiğini ölçmek, genel anlamda yapılan çalışmaları bir bütün olarak değerlendirmek üzere yapılan çalışmalara az rastlanılmaktadır. Bu bakımdan ülkemizde STEM yaklaşımının fen eğitimi üzerindeki etkisini ölçen çalışmalardan elde edilen meta analiz çalışmasının STEM eğitiminin bu alanda literatür eksikliğini gidermek suretiyle ilgili literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu çalışmanın 2010-2020 yılları arasında yapılmış olan araştırma kriterlerine uygun yüksek lisans ve doktora tez çalışmalarının sonuçlarını betimlemek ve durumu bir bütün olarak değerlendirmek açısından faydalı olacağı düşünülmektedir.

1.4 Araştırmanın Sınırlılıkları

- Araştırma 2010 - 2020 seneleri arasında Ulusal Tez Merkezi veri tabanındaki YÖK Elektronik Tez Arşivi'nde anahtar sözcük olarak "STEM" kavramı kullanılarak ulaşılan izinli olan yüksek lisans ve doktora çalışmalarıyla sınırlandırılmıştır.
- Araştırma ilköğretim düzeyinde yapılan çalışmalar ile sınırlandırılmıştır.
- Meta analiz tarama yönteminin genel özellikleri çerçevesinde sınırlıdır.
- Bu çalışma meta analiz çalışması kapsamına alınan araştırmaların seçilme kriterlerinde belirtilen özellikleri taşıyan araştırmalar ile sınırlıdır.
- Bu araştırma tarama yapılırken kullanılan anahtar sözcüklerle sınırlıdır.

1.5 Araştırmanın Varsayımları

- Araştırmaya katılarak ilgili verilerin kullanıldığı çalışmaların araştırmacılarının yansız bir şekilde veri değerlendirdikleri ve sonuca yansıttıkları varsayılmaktadır. Çalışma kapsamında meta analizi yapılacak çalışmaların deneysel araştırma kurallarına uygun şekilde yapıldığı kabul edilir.
- Meta analiz kapsamına alınan çalışmalardaki veriler nesnel bir şekilde rapor haline getirilmiştir.

1.6 Tanımlar

Fen Eğitimi: Bireye mevcut bilginin doğrudan öğretilmeyerek, aklını kullanarak bilimsel düşünmesini, araştırma, gözlem ve sorgulama yaparak neden-sonuç ilişkisi kurma yeteneğimi kazandırmayı, elde ettiği bilgileri günlük yaşamına aktarmasının sağlanmasıdır (Şenocak ve Taşkesenligil, 2005)

Moderatör Değişken: Çalışmalarda etki büyüklüğü dağılımının heterojenleşmesine neden olabilecek sınıf seviyesi değişkenidir.

Etki büyüklüğü: Değişkenler arasındaki ilişkinin gücünü karşılaştırmada kullanılan ve yokluk hipotezleri ile alternatif hipotezler arasındaki farkın büyüklüğünü ifade eden bir istatistiktir (Özsoy ve Özsoy, 2013).

Meta Analiz (Meta analysis): Meta analiz, bireysel çalışmalardaki verileri kullanarak nicel biçimde etki büyüklüğü olarak ifade edilen bilgiyi birleştirmek ve analiz etmek için kullanılan yöntemdir (Durlak, 1995). Meta analizde, alan yazın taramalarından farklı olarak, derlenen çalışmaların nicel verilerinin sentezlenerek etki büyüklüğünün hesaplanması ve bu değerlendirme sonucunda etki büyüklüğünün anlamlılığının belirlenmesidir. (Chambers, 2004).

Akademik Başarı: Öğrencilerin öngörülen hedeflere ulaşma seviyesi olarak tanımlanır. Meta analiz çalışmasına kapsamına alınan bütün çalışmaların deney ve kontrol gruplarında bulunan öğrencilerin, konu alanında kazandıkları öğrenmeleri sonucunda aldıkları son-test sonuçlarıdır (Şahin, 2005).

Tutum: İnsanların doğadaki her varlığa olguya ya da olaya karşı çoğunlukla benzer şekilde davranmamıza neden olan ve çoğu zaman değişmez eğilim ve duygulardır. (Öncül, 2000).

STEM: STEM eğitimi; fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarını bir araya getirerek bütünleştiren, bu disiplinlerin birbiriyle ilişkili olarak öğretilmesini sağlayan disiplinler arası bir öğretim yaklaşımıdır (Roberts, 2012; Wang, Moore, Roehrig ve Park, 2011).

Bilimsel Süreç Becerileri: Gözlem yapma, ölçme, sınıflama, verileri kaydetme, hipotez kurma, verileri kullanma ve model oluşturma, değişkenleri değiştirme ve kontrol etme, deney yapma gibi bilim insanlarının çalışmaları sırasında kullandıkları beceriler şeklinde ifade edilmektedir (MEB, 2018).

2. KURAMSAL ÇERÇEVE

2.1 Fen, Fen Eğitimi ve Fen Okuryazarlığı

Fen, bireylerin doğal çevresindeki olayları kasıtlı, planlı bir çalışma ile inceleme, araştırma, olayları yeni durumlar temelinde analiz ederek bunun sonucunda yeni bağlantılar oluşturma sürecidir (Yağbasan ve Gülçiçek, 2003). Fen bilimi, dünyayı ve dünyada gerçekleşen olayları bilimsel süreçlere uygun bir şekilde araştırarak ifade etmeye çalışır. Bunu gerçekleştirebilmek için, verilen bilgilerin doğruluğunu araştırıp sorgulayan, karşılaştığı problemleri bilimsel süreç becerilerini kullanarak çözümler üretebilen sorumluluk sahibi bireyler yetiştirmek gerekir (MEB, 2013).

ABD Ulusal Bilimler Akademisi (National Academy of Sciences) fen eğitiminin dayandığı temelleri şu şekilde ifade etmiştir (NRC, National Research Council, 1996):

1. Fen bütün bireylere açıktır.
2. Fen eğitimi faal bir süreçtir.
3. Fen, okulda modern bilimin hem kültürel hem de entelektüel geleneklerini yansıtır.
4. Genel eğitim reformunun en önemli parçalarından bir tanesi fen eğitimidir.

Fen eğitimi, bilim ve teknolojiden anlayan, bilim ve teknolojiyi bizatihi üreten, yeniliklere ve değişime ayak uydurabilen bireylerin yetişmesinde önemli bir yere sahiptir (Dindar ve Taneri, 2011). Fen bilimleri içerisinde fazlaca soyut, karmaşık ve dinamik konular vardır. Bu nedenle öğrenciler bilgiyi kazanmak ve bilgiyi aktarmak noktasında zorluklar ile karşılaşabilirler (Kahyaoğlu, 2011). Fen eğitiminin maksadı, bilgiyi zihinde depolamak, bilimsel terimleri öğrenmek değil, bilgiler arasında bağlantılar kurmak, bu bilgileri günlük hayata aktarmak olmalıdır (Çakıcı, 2009).

Bireylerin almış oldukları eğitimi yaşamlarında uygulayabilecek becerilere dönüştürmeleri, dinamik öğrenme ve uygulama çabası içinde olmaları, doğru ve yanlışları bilimsel verilerden yola çıkarak ayırt edebilmeleri fen okuryazarı bireyler olmalarıyla mümkündür (Işık Terzi, 2008). Fen okuryazarı bireyler, bilimsel kavramların ve kuramların yanında, bilimin doğasını, bilimsel süreç basamaklarını, fen kavramlarını, bilim-teknoloji-toplum-çevre etkileşimlerini çok yönlü bir şekilde idrak etmiş bir yapıya, fene ilişkin bilimsel tutum, değer ve becerilere sahiptirler (Çakıcı, 2009; Kavak, Tufan, ve Demirelli, 2006).

Fen okuryazarı bireyler, problemleri fark edip bu problemleri sınırlayan ve tanımlayan, bilimsel bilgiyi kullanma yeteneğine sahip, doğal dünyayı ve doğal olmayan değişimleri kavrayıp yardımcı olmak adına mesuliyet alan ve deliller ışığında sonuçlar ortaya koyan bireyler olarak ifade edilebilir (OECD, PISA, 2000). Fen okuryazarı bireyler, etkili kararlar alıp aldıkları kararların sorumluluğunu üstlenebilen, araştırıp sorgulayan, problemleri tanımayıp çözüme ulaştıran, işbirliğine yatkın, özgüvenli, etkili iletişim yeteneklerine sahip, hayat boyu öğrenme zihniyetine sahip ve sürdürülebilir kalkınma bilincindedirler. Fen okuryazarı bireyler bununla beraber fen bilimlerine karşı bilgi, beceri, olumlu tutuma, fen-teknoloji-toplum-çevre ilişkisi bilincine, psiko-motor becerilere, bilimsel süreç becerilerine sahiptirler. Bu bireyler toplumsal problemlerin çözümüne ilişkin sorumluluk alıp, olası çözüm yolları geliştirebilir ve görevler üstlenirler. Bununla beraber bilimsel bilginin dinamik olduğunun ve sürekli değişebileceğinin farkındadırlar (MEB, 2013a)

2.1.1 Fen Bilimleri Eğitim Programı

Fen Bilimleri dersi, çağın teknolojik değişimlerine ayak uydurmak ve ülkelerin gelişmesi noktasında büyük öneme sahiptir. Bu doğrultuda Fen Bilimleri öğretimini nitelikli hale getirmek için geçmişten günümüze sürekli değişiklikler ve yenilikler yapılmıştır. Özellikle içinde bulunduğumuz yüzyıl ile birlikte fen öğretim programında değişen ve gelişen dünyaya ayak uydurabilmek adına değişikliklere gidilmiştir. 2004 yılından itibaren Fen ve Teknoloji Dersi öğretim programında yapılandırmacı kuram esas alınmıştır. Yine bu programla beraber 2000 yılından itibaren ifade edilmeye başlanan fen okuryazarlığı kavramının üstünde daha çok durulmaya başlanmıştır.

2004 Fen ve Teknoloji öğretim programıyla birlikte fen ve teknoloji okuryazarlığına önem verilmiştir. Bu programla beraber bilimsel süreç becerileri (BSB); fen, teknoloji, toplum ve çevre; tutum ve değerler gibi kazanımlar eklenmiştir. Bu kazanımlar doğrultusunda fen ve teknoloji okuryazarlığı 7 boyut altında ele alınmıştır. Bunlar;

- Fen Bilimleri ve Teknoloji'nin Doğası
- Anahtar Fen Kavramları
- Bilimsel Süreç Becerileri(BSB)
- Fen-Teknoloji-Toplum-Çevre İlişkileri(FTTÇ)

- Bilimsel ve Teknik Psikomotor Beceriler
- Bilimin Özünü Oluşturan Değerler
- Fen'e İlişkin Tutum ve Değerler(TD) boyutlarla açıklanmıştır (MEB,2005).

2012 yılından itibaren ise araştırma ve sorgulamaya dayalı bir program oluşturulmuş ve daha önce Fen ve Teknoloji Öğretim Programı olarak ifade edilen program; Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı olarak yeniden isimlendirilerek, "Fen ve Teknoloji" olarak verilen dersin adı "Fen Bilimleri" dersi olarak değiştirilmiştir. Bununla birlikte sekiz yıllık kesintisiz zorunlu eğitim yerine 4+4+4 sistemine geçiş yapılmıştır. İçerik olarak ise ünitelerde yer alan kazanımlar sayıca azaltılmış, konularda sadeleştirilmeye gidildiği gözlemlenmiştir. 2012 yılı Fen Bilimleri Öğretim Programında; fen okuryazarı bireylerin araştıran-sorgulayan, etkili kararlar verebilen, problem çözebilen, kendine güvenen, işbirliğine açık, etkili iletişim kurabilen, sürdürülebilir kalkınma bilinciyle yaşam boyu öğrenen, fen bilimlerine ilişkin bilgi, beceri, olumlu tutum, algı ve değere, teknoloji-toplum-çevre ve psikomotor becerilere sahip olduğundan bahsedilmiştir. Ayrıca bu programda Bilgi, Beceri, Duyuş ve Fen-Teknoloji-Toplum-Çevre olmak üzere toplam 4 alandan bahsedilmiştir (MEB, 2013).

2017 yılında programda tekrardan değişikliğe gidilerek 2018 yılında yine Fen Bilimleri Öğretim Programı olarak son halini almıştır. 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda; disiplinler arası bir bakış açısıyla, araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı temel alınmıştır. Programda yine kazanım sayılarında azalmaya gidilmekle beraber; daha önceki programlarından farklı olarak, ilk kez, Dünya ve Evren konu alanı tüm sınıf düzeylerinde ilk ünitelerde olacak biçimde yapılandırılmış; yine ilk kez "Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları" adında yeni bir boyuttan söz edilmiştir. Bu programla birlikte STEM eğitimine bir yönelme olduğu gözlemlenmiştir (Çepni ve Ormancı, 2017).

"Bütün bireylerin fen okuryazarı bireyler olarak yetişmesini hedefleyen Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programındaki özel amaçlar şu şekilde ifade edilmektedir (MEB, 2018).

- Astronomi, biyoloji, fizik, kimya, yer ve çevre bilimleri ile fen ve mühendislik uygulamaları hakkında temel bilgiler kazandırmak,

- Doğanın keşfedilmesi ve insan-çevre arasındaki ilişkinin anlaşılması sürecinde, bilimsel süreç becerileri ve bilimsel araştırma yaklaşımını benimseyip bu alanlarda karşılaşılan sorunlara çözüm üretmek,
- Birey, çevre ve toplum arasındaki karşılıklı etkileşimi fark ettirmek; toplum, ekonomi ve doğal kaynaklara ilişkin sürdürülebilir kalkınma bilincini geliştirmek,
- Günlük yaşam sorunlarına ilişkin sorumluluk alınmasını ve bu sorunları çözmede fen bilimlerine ilişkin bilgi, bilimsel süreç becerileri ve diğer yaşam becerilerinin kullanılmasını sağlamak,
- Fen bilimleri ile ilgili kariyer bilinci ve girişimcilik becerilerini geliştirmek,
- Bilim insanlarınca bilimsel bilginin nasıl oluşturulduğunu, oluşturulan bu bilginin geçtiği süreçleri ve yeni araştırmalarda nasıl kullanıldığını anlamaya yardımcı olmak,
- Doğada ve yakın çevresinde meydana gelen olaylara ilişkin ilgi ve merak uyandırmak, tutum geliştirmek,
- Bilimsel çalışmalarda güvenliğin önemini fark ettirerek güvenli çalışma bilinci oluşturmak,
- Sosyobilimsel konuları kullanarak muhakeme yeteneği, bilimsel düşünme alışkanlıkları ve karar verme becerileri geliştirmek,
- Evrensel ahlak değerleri, millî ve kültürel değerler ile bilimsel etik ilkelerinin benimsenmesini sağlamak.

Ayrıca bu programda alana özgü yetenekler şu şekilde ifade edilmiştir (MEB, 2018)

- Bilimsel süreç becerileri,
- Yaşam becerileri (Analitik düşünme, Karar verme, Yaratıcı düşünme, Girişimcilik, İletişim, Takım çalışması),
- Mühendislik ve Tasarım Becerileri (İnovatif (Yenilikçi) Düşünme).”

Bununla beraber “kök değerler” kapsamında “adalet, dostluk, dürüstlük, öz denetim, sabır, saygı, sevgi, sorumluluk, vatanseverlik, yardımseverlik” ilkelerinin tüm program içerisinde harmanlanıp bir bütün olarak temel insani değerlerin öğretim programına kaynaştırılması hedeflenmiştir.

“2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında;

- Bilim ve teknolojide yaşanan hızlı değişimler ve bireysel ve toplumsal değişim ve ihtiyaçlarının öğrenme öğretme teori yaklaşımlarındaki yenilik ve gelişmelerin bireylerden beklenen rolleri de doğrudan etkilediği,

- Gerçekleşen değişimlerin bilgiyi üreten, hayatta işlevsel olarak kullanabilen, problem çözebilen, eleştirel düşünen, girişimci, kararlı, iletişim becerilerine sahip, empati yapabilen, topluma ve kültüre katkı sağlayan vb. niteliklerdeki bir bireyi tanımlamakta olduğu ve bu nitelik dokusuna sahip bireylerin yetişmesine hizmet edecek öğretim programının salt bilgi aktaran bir yapıdan ziyade bireysel farklılıkları dikkate alan, değer ve beceri kazandırma hedefli, sade ve anlaşılır bir yapıda hazırlandığı,
- Bu amaç doğrultusunda bir taraftan farklı konu ve sınıf düzeylerinde sarmal bir yaklaşımla tekrar eden kazanımlara ve açıklamalara; diğer taraftan bütünsel ve bir seferde kazandırılması amaçlanan öğrenme çıktılarına yer verildiği; bununla birlikte kazanım ve açıklamaların sınıflar ve eğitim kademeleri düzeyinde değerler, beceriler ve yetkinlikler perspektifinde bütünlük sağlayan bir bakış açısıyla sade bir içeriğe işaret etmekte olduğu,
- Böylelikle üst bilişsel becerilerin kullanımına yönlendiren, anlamlı ve kalıcı öğrenmeyi sağlayan, sağlam ve önceki öğrenmelerle ilişkilendirilmiş, diğer disiplinlerle ve günlük hayatla değerler, beceriler ve yetkinlikler çevresinde bütünleşmiş bir öğretim programı toplamı oluşturulduğu. hususları özellikle vurgulanmıştır."

"Yine 2018 Fen Bilimleri Öğretim Programında Yetkinlikler kapsamında Türkiye Yeterlilikler Çerçevesinde öğrencilerin gerek milli gerek milletler arası seviyede kişisel, sosyal, akademik ve iş hayatlarında ihtiyaç duyacakları kabiliyet yeterlilikleri şu şekilde sıralanmıştır (MEB, 2018).

- Ana dilde iletişim
- Yabancı dillerde iletişim
- Matematiksel yetkinlik ve bilim/teknolojide temel yetkinlikler
- Dijital yetkinlik
- Öğrenmeyi öğrenme
- Sosyal ve vatandaşlıkla ilgili yetkinlikler
- İnisiyatif alma ve girişimcilik
- Kültürel farkındalık ve ifade"

Sonuç olarak günümüzde okullarda uygulanmakta olan Fen Bilimleri Öğretim Programı öğrencilerin bireysel, sosyal, akademik gelişimlerine katkı sunmakla birlikte, bilimsel süreç becerilerini, yaşam becerilerini (analitik düşünme, karar verme, yaratıcı

düşünme, girişimcilik, iletişim, takım çalışması) ve Mühendislik ve Tasarım Becerileri (inovatif düşünme) ön planda tutarak öğrencilerin fen eğitiminde daha nitelikli ve etkin bir fen eğitimi almalarını sağlamaktadır (MEB, 2005; MEB, 2006; MEB, 2013; MEB, 2013a; MEB, 2018).

2.2 Stem Eğitimi ve Stem Eğitiminin Tarihsel Gelişimi

STEM, Fen (Science), Teknoloji (Technology), Mühendislik (Engineering) ve Matematik (Mathematics) kelimelerinin baş harflerinin bir araya gelmesiyle oluşmuş bir kısaltmadır (Sanders, 2009). Bu kısaltma Türkçe'de Fen, Teknoloji, Matematik ve Mühendislik sözcüklerinden türeyerek FeTeMM olarak kullanılmaktadır (Çorlu ve Çallı, 2017).

Amerikan Ulusal Bilim Vakfı (NFS) eğitim direktörü Judith Ramaley, science'in sadece fen bilimlerini değil psikoloji, sosyoloji gibi birçok alanı içine alan bir kavram olduğunu belirtmiştir (Yıldırım ve Altun, 2015). Bundan dolayı Yıldırım ve Altun (2015), "science" sözcüğünün karşılığının "fen" olarak değil de "bilim" şeklinde değerlendirilmesinin daha yararlı olacağını ifade ederek, STEM kavramının Türkçe kısaltılmasının BiLTeMM olması gerektiğini ifade etmişlerdir.

STEM kavramı ile ilgili literatürde çokça tanıma ulaşılmaktadır;

STEM yaklaşımı; fen, teknoloji, matematik ve mühendislik alanlarının bütünleştirilmesine yoğunlaşan, öğrencilere farklı disiplinler arasında bağlantı kurmayı, problem çözmeyi ve 21. yüzyıl becerilerini kazandırmayı amaç edinen bir eğitim yaklaşımı olarak tanımlanmaktadır. (Tezel ve Yaman, 2017). STEM yaklaşımı problemleri tespit ederek bu problemlere geçerli çözümler sunan, üst düzey düşünen, sorgulayan, araştıran ve özgün projeler ortaya koyan bireylerin yetiştirilmesini hedefleyen bir eğitim yaklaşımıdır (Alıcı, 2018). STEM yaklaşımı, fen bilimleri, matematik, teknoloji ve mühendislik disiplinlerindeki temel kavramların ve bu disiplinlerdeki becerilerin gelişmesini sağlamaktadır. STEM içinde bulunduğumuz hayat ile doğrudan ilişkilidir. Dolayısıyla STEM daha iyi bir dünya ve sürdürülebilir kalkınma için anahtar işlevi görmektedir (Çepni ve Ormancı, 2018). STEM Eğitimi Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik disiplinlerinin bir araya getirilerek oluşturulan disiplinler arası bir eğitim yaklaşımıdır (Bybee, 2009; Brown , Brown , Reardon ve Merill, 2011). Ayrıca STEM eğitimi, okul öncesi eğitimden yükseköğretime kadar eğitimin her kademesinde yer alması gereken ve fen, teknoloji, matematik ve mühendislik disiplinlerini içeren disiplinler arası bir öğrenme

ve öğretme yaklaşımı olarak tanımlanmıştır (Gonzalez ve Kuenzi, 2012; Kırkıç, Aydın ve Derin, 2018). Bir başka deyişle birden fazla disiplinin bir araya getirilerek 21. yüzyıl becerileri ile bilimsel süreç becerilerinin gelişiminin sağlanması ve güncel öğrenme ve öğretme etkinliklerini benimseyerek eğitim gerçekleştirilmesi anlayışı olarak tanımlanmaktadır (Gonzalez & Kuenzi, 2012).

STEM kavramı 2001 yılında dünyada ilk defa Amerikan Ulusal Bilim Vakfı (NFS) eğitim direktörü Judith Ramaley tarafından ortaya atılmış (White, 2014) ancak temeli 19. yüzyılın başlarına kadar dayanmaktadır (Ostler, 2012). İkinci Dünya Savaşı sonrasında birçok alanda olduğu gibi eğitim alanında da düzenlemeler ve yenilikler yapılmaya başlanmıştır (White, 2014). 20. yy ilk yarısına gelindiğinde soğuk savaşın etkisiyle fen ve teknolojiye verilen önem artmış ve özellikle Sovyetler Birliğinin 1957 yılında Sputnik adlı uydusunu fırlatması, ABD'de STEM eğitimi için önemli bir dönüm noktası olmuştur ve fen öğretim programları yenilenmeye başlamıştır (White, 2014). Öte yandan yine ABD tarafından Fen ve Mühendislik alanında yetişmiş insan gücü sayısını arttırabilmek adına NASA kurulmuştur. Bu adımla beraber STEM ve STEM eğitiminin önem kazanmaya başladığı ifade edilmektedir. (White, 2014). Bundan sonraki yıllarda da George W. Bush ve Barack Obama gibi ABD başkanları ulusal konuşmalar düzenleyerek STEM yaklaşımının ülkelerin geleceğindeki öneminin altını çizerek STEM eğitimini destekleyici politikalar izlemişlerdir (Gonzalez & Kuenzi, 2012). Yine ABD genelinde, yerel, bölgesel ya da üniversitelerin bünyelerinde Fen Müfredatı Geliştirme Çalışması [Science Curriculum Improvement Study-SCIS], Ulusal Bilim Kurulu [National Science Board], Ulusal Bilim Vakfı [National Science Foundation-NSF] gibi kuruluşlar tarafından vakıf ve araştırma merkezleri kurulmuştur. Bu kuruluşlar öğretmenlerin niteliklerini, eğitim müfredatını ve fen, matematik, teknoloji eğitimini geliştirici öğretim programları geliştirmişlerdir (Gonzalez ve Kuenzi, 2012; White, 2014).

2.2.1 STEM Eğitiminin Amacı

Teknolojinin her geçen gün hızla ilerlediği günümüzde çağın gereksinimlerine ayak uydurabilmek için AR-GE çalışmaları hız kazanmalı ve yeni neslin eğitimi bu yönde planlanmalıdır. Dolayısıyla üretilen bu teknolojilerin kullanılmasının zorunlu olduğu bu dönemde her türlü bilgiye hızlı ve doğrudan bir şekilde ulaşabilen öğrencilere okullarda salt bilgi aktarımından bir adım öteye geçemeyen yöntem ve tekniklerde ısrar etmek günümüz eğitim anlayışına uygun görülmemektedir. Toplumların her türlü gelişme ve

yenilenmeye açık olması ve bunları takip edebilmeleri her seviyeden ve her okul kademesinden faaliyetler yapılması büyük önem arz etmektedir. Bu faaliyetler geçmeden önce bireylerin; araştırma-sorgulama, eleştirel düşünme, iş birliği halinde çalışma, problem çözebilme, eleştirel düşünebilme ve yaratıcılık seviyelerinin yükseltilmesi gibi beceriler ile donatılması büyük önem arz etmektedir. Bireylere düşünme, yaratıcılık, iletişim, problem çözme, inovasyon becerilerini geliştirecekleri ve hareket yeteneklerini arttırmaya yönelik ortamlar sağlanmalıdır. İnsanların nitelikli bireyler olarak yetiştirilmesi ve onlara bu tür yeteneklerin kazandırılabilmesinde fen (doğa) bilimleri ve matematik disiplinleri büyük öneme sahiptir. Bununla birlikte fen (doğa) bilimleri ve matematiğin büyük ölçüde kullanıldığı alanlar olan mühendislik ve teknoloji, çağımızın her noktasına her geçen gün daha fazla kullanılmakta olup, sorunların çözüme ulaştırılmasında önemli bir görev üstlenmiştir. Bu bağlamda STEM, öğrencilere çağın gerektirdiği tüm bu yetenekleri kazandıracak etkili bir yöntemdir. STEM yaklaşımı ile öğrenciler hayal ettikleri tüm tasarımları ortaya koyarken var olan bilgi birikimlerini de bu tasarımlarla bütünleştirebilecektir. Ayrıca işbirliği, fikirlere saygı ve iletişim gibi sosyal becerileri de gelişebilecektir (Yamak, Bulut, ve Dündar, 2014; Baltabıyık, 2019; Gomez ve Albrecth, 2014; Gencer, 2015; Sanders, 2009; Thomas, 2014).

STEM eğitimi; öğrencileri mühendisler gibi, birbirinden farklı alanlar arasında iş birliği yapabilmeye yönlendirerek, problem çözme yeteneğine sahip, iletişim becerileri güçlü, farklı düşüncelere açık ve saygılı, doğru ile yanlışı birbirinden ayırabilecek, bir problem karşısında birden çok çözüm yolu arasından en uygun olanını kullanabilecek kişiler olarak hayata hazırlamayı hedefler (Gencer, 2015). STEM eğitiminin temel amacı küresel ekonomide nitelikli bir şekilde rekabet edebilecek, bilimsel anlamda yaratıcılık yetenekleri gelişmiş bireyler yetiştirmektir (Sanders, 2009). Bu bağlamda STEM inovasyon ve üretkenlik anlamında yetkin bireyler yetiştirmeyi amaçlamaktadır.

STEM eğitimi aynı zamanda eğitim ve iş dünyası arasında bir köprü görevini üstlenmektedir (Gomez ve Albrecth, 2014). Bireye kazandırılan temel hedeflerin yanında ülke istihdam olanaklarının kalitesinin yükseltilmesi ve nitelikli iş gücü ihtiyacını da kolayca sağlanması STEM eğitiminin doğal sonucudur. STEM eğitiminin bu boyutu orta ölçekte bireylerin öğrenmesi açısından büyük faydalar sağlarken büyük ölçekte de ülkelerin küresel düzeydeki işgücü yönünden toplumsal açıdan da yarar sağlayacaktır (Chesky ve Wolfmeyer, 2015).

2.2.2 STEM Disiplin Alanları ve Entegrasyonu

STEM eğitimini kavrayabilmek için STEM alanlarının her birinin içeriğinin tam anlamıyla anlamak gerekmektedir (Bozkurt Altan, 2017). STEM eğitimi çok sayıda disiplini barındırmasına karşın temelde science (bilim, fen), technology (teknoloji), enginnering (mühendislik) ve mathematics (matematik) alanları üzerinde durulmuştur (Bybee, 2010). STEM eğitiminin temelini oluşturan science(bilim, fen), (technology) teknoloji, (enginnering) mühendislik ve (mathematics) matematik alanları şu şekilde ifade edilmiştir.

2.2.2.1 Science (Fen-Bilim) ve Entegrasyonu

STEM kavramındaki ilk kısaltma olan S harfi science kelimesinin dilimizdeki karşılığı "Bilim" ya da "Fen Bilimi" olarak ifade edilmektedir. Fen, doğadaki varlıkları, olayları ve bunlar arasındaki ilişkileri inceleyerek onlara ilişkin genelleme ve ilkeler bularak geleceğe yönelik tahminlerde bulunma gayreti olarak ifade edilmektedir. Bilimsel bir olayın açıklanabilmesi için ön koşul olarak öğrencilerin fen eğitiminde belirli bir bilgi seviyesine ulaşması beklenmektedir. Fen bilimleri, bilgi birikimin yanında, problem çözme becerisi, eleştirel düşünme, iletişim becerileri gelişimi kazandırmaktadır. Fen öğretimi sayesinde, varsayımları denemek veya karşılaşılan problemlere yanıtlar bulmak maksadıyla kanıtlar toplamak ve toplanan bu kanıtların tahmin yapma yoluyla sonuçların yorumlandığını belirterek, böylelikle bilimsel süreç becerilerinin geliştiğini ifade etmek gerekmektedir (Harlen ve Wake, 1999). Fen bilimleri birçok alt alanı içinde barındıran geniş bir disiplindir. Biyoloji, Fizik, Kimya ile birlikte Astronomi, Jeoloji gibi dalların hepsine birden Fen Bilimleri denmektedir. Fen hem doğadaki somut olay ve varlıkları hem de soyut kavramları inceler (Demirci, 2017). Fen bilimlerinin içeriğinde olgular, kavramlar, ilke ve genellemeler, doğa kanunları ve kuramlar bulunmaktadır (Kaptan & Korkmaz, 1997). Ayrıca Fen, sadece dünya hakkındaki, fiziksel ve biyolojik dünyayı anlayıp tanımlamaya yetecek gerçekliklerin bütünü olmamakla birlikte; mantıksal düşünmeyi, sürekli sorgulamayı ve deneysel kıstasları temel alan düşünme ve araştırma yöntemidir (MEB, 2005).

Fen bilimleri okul programlarında; fen okuryazarı bireyler yetiştirmek, fen bilimlerine özgü bilgi ve yetenekler kazandırmak ve fen-teknoloji-mühendislik disiplinlerine ilişkin meslek eğitimlerinin temelinin oluşmasını sağlamak amaçlanmaktadır (Çepni, 2011; Kaptan ve Korkmaz, 1997; MEB, 2013). Fen bilimleri öğretim programı

özel amaçlarının arasında öğrencilerin, günlük hayat problemlerine yönelik mesuliyet alması ve bu problemleri çözüme kavuşturmada fen bilimlerine yönelik bilgi, bilimsel süreç becerileri ve diğer yaşam becerilerinin kullanılması yer almaktadır (MEB, 2018). Günümüzde hızla artan bilimsel ve teknolojik gelişmelerin toplumların gelişimini de etkilemesi fen bilimleri eğitiminin önemini arttırmakta ve bu nedenle toplumları bu eğitimi sorgulayıp eksiklerini giderme çabasına sokmaktadır (Işık, 2014). Bu süreçte bilimsel gelişmelerin gerisinde kalmak istemeyen ülkeler başta eğitim olmak üzere fen bilimleri müfredatlarını güncelleyerek değişikliklere gitmişlerdir. Ülkemizde de öğretim programları içinde bulunduğu dönemlerin ihtiyaçları göz önünde bulundurularak revize edilmiştir. Bu alanlarda alınan tedbirlere rağmen çocukların bilgi ve becerilerini kullanabilme yeteneklerini detaylı bir şekilde ölçmeyi hedefleyen PISA ve TIMSS gibi sınavların sonuçları analiz edildiğinde Fen Bilimleri üzerindeki başarılarının, bilgi ve becerilerinin çok düşük olduğu belirlenmiştir (Işık, 2014). Fen eğitimindeki başarının artması STEM yaklaşımı ile planlanan derslere fen disiplinin entegresinin sağlanması ile sağlanabilir. Çünkü fen disiplininin entegre edilmesi fen disiplinine yönelik bilgi gerektiren problemlerin çözümünde araştırma-sorgulama sürecinin kullanılmasını gerektirmektedir (Bozkurt Altan, 2017).

2.2.2.2 Technology (Teknoloji) ve Entegrasyonu

Teknoloji, hayatı kolaylaştırmak için gelişen veriler doğrultusunda kullanılan her şey olarak ifade edilebilmektedir (Stohlmann, Moore ve Roehrig, 2012). Teknoloji, gerek farklı alanlardan (fen, matematik, vb.) elde edilen kavram ve becerileri kullanan bir bilgi türü gerek materyalleri, enerjiyi ve araçları kullanarak insanların istek ve ihtiyaçlarını karşılamak veya belirli bir problemi çözmek için araçlar, yapılar veya sistemlerin geliştirildiği ve değiştirildiği bir süreç olarak tanımlanmaktadır (MEB, 2006). Ülke ekonomisinin kalkınmasında da bilimsel ve teknolojik yenilikler önemli bir yer tutmaktadır (TÜSİAD, 2017). Teknolojinin ilerlemesiyle teknolojik üretimler artmış, çalışma ortamlarına teknoloji kullanımı girmiş ve bu da nitelikli iş gücüne olan ihtiyacı arttırmıştır (Güllüpınar, Kuzu, Dursun, Kurt ve Gültekin, 2013). Bu nedenle yetiştirilen bireylerin teknolojik araçları iyi bir şekilde kullanabilmeleri gerekmekte, böylece bilgiyi anlamlandırıp işlevsel hale getirip paylaşımda bulunabilmeleri sağlanmak istenmektedir (Çoklar, Vural ve Yüksel, 2010).

Toplumlar çağlar boyunca birçok değişim süreci geçirmiş bu değişimlerle beraber teknoloji eğitimi de gelişmiş ve büyümüştür (Sanders, 2009). Teknoloji ve fen, matematik ve mühendisliğin birleştirilmesi ile son yıllarda entegre STEM eğitimi yaklaşımı ortaya çıkmıştır (Sanders, 2009). Bu yaklaşım sonucunda fen bilimleri, mühendislik ve matematik disiplinleri ile teknoloji birleştirilmiştir (Yıldırım, 2016). Öğrencilerin bilgilerini günlük yaşamda kullanmasına imkân veren teknoloji aynı zamanda STEM alanlarından sağladıkları bilgilerin de günlük yaşamda kullanılmasına zemin hazırlar (Lantz, 2009). Teknoloji, programlara farklı şekilde eklenmiş, eğitimin etkisinin ve kalitesinin yükseltmesini sağlanmış ve böylece teknoloji STEM eğitiminin vazgeçilmez bir parçası olmuştur. Teknolojinin eğitime dahil edilmesindeki amaç eğitimin kalitesini üst seviyeye çıkarmada teknolojinin bir araç olarak kullanılması olsa da teknoloji STEM eğitimde hem araç hem de amaç olarak değerlendirilmektedir (Yıldırım, 2018a).

STEM eğitimi okul öncesinden üniversite eğitimine kadar geniş bir süreci kapsamaktadır (Akgündüz, 2016a). Dolayısıyla teknoloji eğitiminin de bireylere çok erken yaşlarda verilmesi yerinde olacaktır. Öğrenciler teknolojik süreçleri ve bunun gerektirdiği yetenekleri kazandığında doğal dünya ve insan yapımı dünya arasındaki farkı da tecrübe etmiş olacaktır. Son yıllarda teknoloji eğitimi teknolojik tasarımlara yönelirken fen eğitimi araştırma-sorgulamaya odaklanmıştır (Sanders, 2009). Bu iki unsuru birleştirerek öğrenme ortamlarına getirdiğimizde 21. yüzyıl becerileriyle donanımlı bireyler yetiştirme hedeflerimiz daha da güçlenecektir. Doğru bir disiplinler arası eğitimle öğrencilerin teknolojiyi kullanmaları geliştirilmeli ve teknolojik süreçleri kavramaları sağlanmalıdır (Bybee, 2010). Bu sebeple eğitime teknolojinin entegrasyonun sağlanması gerekmektedir.

2.2.2.3 Engineering (Mühendislik) ve Entegrasyonu

Mühendis, gerçek dünyaya ait sorunları ele alarak bu süreç içerisinde edinilmiş bilgileri (doğa bilimleri, matematik) uygulamak suretiyle bu sorunları çözen bireyler olarak ifade edilmektedir (Çorlu ve Çallı 2017). Mühendislik ise icat etmek anlamına gelmektedir (Arslan, 2018). Mühendislik dünyanın insan eliyle yapılan kısmının tasarım sürecidir (National Academy of Engineering (NAE & NRC, 2014) Bu süreç, bilgiyi, bir öğenin çalışmasını anlamak, ürün oluşturmak ve başkalarının kullanmasını sağlamaktır (Brophy, Klein, Portsmore ve Rogers, 2008). İnsanlar da günlük hayatta karşılaştıkları problemler karşısında mühendislik alanında çalışanlar gibi çözüm için karar verip farklı yollar kullanmak durumundadır (Üçüncüoğlu, 2018). Öğrencilerin de aynı şekilde derslerde

sunulan gerçek hayatla ilişkili problemlerin çözümünde mühendis gibi davranmaları gerekmektedir. Bu şekilde öğrencilerin de uygulamalar esnasında 21. yüzyıl becerileri gelişmiş olur (Bozkurt, 2014).

Mühendislik, fen bilimleri ve matematik disiplinlerinin uygulama alanı olduğundan, mühendislik uygulama ve kavramlarının müfredata entegre edilmesi önem arz etmektedir. Çünkü öğrencilerin mühendislik alanına olan ilgilerinin artması için erken yaşlarda mühendislik eğitimi almaları gerekmektedir (Yıldırım, 2018a).

Mühendislik disiplinin amaçları ile fen bilimleri öğrenme alanlarının amaçları örtüşmektedir. Bu kapsamda MEB, (2018) tarafından, Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında mühendislik entegrasyonu yapılarak, öğretim programı güncelleştirilmiştir. 2017 yılında hazırlanan taslak öğretim programı, 2018 yılında uygulanmaya başlamıştır. Mühendislik de ürün, tasarımdır (Çepni, 2018). Mühendislik tasarım süreci, mühendislik problemlerini çözmek için en iyi yolu belirleyen bir süreçtir (NAE ve NRC, 2014).

Katehi, Pearson ve Feder, (2009) mühendisliğin potansiyel faydalarını; matematik ve fende öğrenmeyi dolayısıyla başarıyı arttırdığı, mühendislik alanlarına ve mühendislerin çalışmalarına ilişkin farkındalığı yükselttiği, mühendislik tasarımı yapma anlayışı ve becerisi geliştirdiği, mühendislik meslek alanlarına ilgiyi ve teknolojik okuryazarlığı arttırdığı şeklinde ifade edilmektedir.

Bu bağlamda mühendislik tasarım süreci fen dersi öğretim programlarında kullanılmaya başlanmıştır. Mühendislik tasarım temelinde fen eğitimi gerçek hayat durumlarıyla alakalıdır. Öğrencilere, maruz kaldıkları sorunların birden fazla çözüm yolu olduğunu kavramalarını ve meta bilişsel düşünme, sorgulama ve bilimsel süreç becerilerini kullanmayı sağlamaktadır. Öğrenciler tasarım yoluyla hem mühendislik becerilerini geliştirir hem de fen ve teknoloji ile ilgili kavramları öğrenirler (Bozkurt, 2014).

2016 yılında Milli Eğitim Bakanlığı tarafından yayınlanan STEM Eğitimi Raporu'nda yer alan mühendislik eğitiminin ortaokul programına adaptasyonu için önerilen üç temel ilke:

1. Mühendislik tasarımını vurgulamalıdır. (MEB, 2016)
2. Matematik, Fen ve Teknoloji ile ilgili bilgi ve yetenekleri barındırmalıdır.
3. Mühendislikle ilgili zihin alışkanlıklarını teşvik etmelidir.

Literatürde mühendislik eğitiminde yararlanılan mühendislik tasarım sürecine ait diyagramlar oluşturulduğu ve bu diyagramlardan yararlanıldığı görülmüştür. National Research Council [NRC] (2012) tarafından anaokulundan ortaöğretime kadar tüm sınıf seviyelerinde mühendislik tasarım sürecinde yer alması beklenen temel 8 uygulama adımı belirlenmiştir. Bu adımlar:

1. Fen için soru sormak ve mühendislik için problemi belirlemek,
2. Model geliştirmek ve kullanmak,
3. Araştırma planlamak ve yürütmek,
4. Veriyi analiz etmek ve yorumlamak,
5. Sayısal düşünme ve matematiği kullanmak,
6. Fen için açıklama yapmak ve mühendislik için tasarım çözümleri oluşturmak,
7. Kanıttan argüman oluşturmak,
8. Bilgiyi elde etmek, değerlendirmek ve paylaşmak şeklinde sıralanmıştır (NRC, 2012).

2.2.2.4 Mathematics (Matematik) ve Entegrasyonu

Matematik; biçim, sayı ve kümelerin yapılarını, bu yapılar arasındaki ilişkileri inceleyen bir disiplindir (Akdemir, 2006). Bireyler problemi analiz ederken farklı fen ve matematiksel kavramları kullanırlar ve elde edilen veriler ile planlama, prototip oluşturma, tasarımı test etme ve değerlendirme aşamalarını açıklamaya çalışırlar (MEB, 2018). Matematik ile fen, teknoloji ve mühendislik disiplinleri arasındaki ilişki tek yönlü bir akıştan ziyade karşılıklı etkileşim içinde gerçekleşmektedir (Bybee, 2010). Mühendisler tasarımlarını gerçekleştirirken bilim insanlarının ortaya koyduğu bilimsel prensipleri matematik ve teknoloji ile kullanırken, bilim insanları ise mühendislerin teknolojiyi kullanarak oluşturdukları tasarımlar ile yeni bilimsel prensipler ortaya koymaktadır (Wendell, The theoretical and empirical basis for design-based science instruction for children. Unpublished Qualifying Paper, Tufts University, 2008). Bu doğrultuda disiplinlerin birbiriyle karşılıklı olarak bir bütünü oluşturdukları görülmektedir.

Bilim ve mühendislik uygulamaları, matematiksel analiz, geometri ve mantık gibi üst düzey matematik bilgisi gerektiren alanlardan yararlanır. Bilim insanları matematiksel değişkenler arasındaki ilişkileri ortaya koymada, mühendisler ise tasarımı oluşturan her bir parçanın birbiriyle olan bağlantılarını ortaya çıkarmak üzere matematikten yararlanır (Doğan ve Özer 2018). Öğrencilerin bilimsel süreç becerileri, yaşam becerileri ve mühendislik tasarım becerilerinin gelişebilmesi için matematik okuryazarlığı olarak ifade

edilen matematiği anlayarak günlük hayatta kullanabilme becerisini kazanmaları gerekmektedir. 2018 Matematik Dersi Öğretim Programında yer alan genel amaçların ilki; "Matematiksel okuryazarlık becerilerini geliştirebilecek ve etkin bir şekilde kullanabilecektir" (MEB, 2018b) ifadesidir. İfade edilen tüm bu durumlar matematiğin STEM disiplinleri içerisinde yer almasının gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Fen bilimleri alanında öğretilen birçok konunun içerisinde matematik bilgisi de yer almaktadır. Dolayısıyla fen ve matematiğin iç içe olduğu ve birbirinden her alanda etkilendiğini belirtmek önem arz etmektedir (Yıldırım, 2018a) Fen bilimleri ve matematik entegrasyonu, STEM yaklaşımı ile planlanan derslerde; algoritma, grafik okuma ve yorumlama, matematiksel modelleme faaliyetleri sayesinde gerçekleşmektedir (Bozkurt Altan, 2017). STEM eğitimi uygulama sırasında matematiğin entegre edilmesi, öğrencilerin matematiksel grafik, model ve kavramları kullanarak günlük hayatta karşılaştıkları problemlerin çözümünde matematik ile gerçek yaşam arasında ilişki kurarak problemi analiz edip çözüme karar vermelerini sağlar (Hıdıroğlu ve Güzel, 2014).

2.2.3 Türkiye'de ve Dünyada STEM Eğitimi

Bu bölümde ülkemiz ve dünya genelinde STEM yaklaşımının nasıl değerlendirildiği ile ilgili bilgiler verilmektedir.

2.2.3.1 Türkiye'de STEM Eğitimi

Türkiye'de bazı ülkelerin (ABD, Japonya, Güney Kore vb.) ekonomik açıdan yarattıkları farkı gerçekleştirebilmek amacıyla okullarda STEM alanlarına meraklı, gelişime açık, girişimci, azimli, yaratıcı düşünebilen bir kuşak yetiştirmek mecburiyeti doğmuştur. Böyle bir kuşağı eğitmek için bireylere mesuliyet yükleyen, onları düşünmeye sevk eden, öğrencilerin özgün materyaller üretmesine imkanlar sunan, onları bilgisayar yazılım, kodlama ve programlaması gibi teknolojik bilgilerle donatan, mühendisliğe karşı olumlu tutum geliştiren ve girişimci bir karakter aşılayan bir eğitim kültürü olan STEM eğitimine olan ihtiyacımız her geçen gün artmaktadır (Akgündüz, Aydeniz, Çakmakçı, Çavaş, Çorlu, Öner ve Özdemir, 2015). Ayrıca ülkelerin eğitimdeki başarılarının mukayese edildiği TIMSS ve PISA gibi sınavların sonuçlarının üst seviyelere çıkarılması için ülkemizde STEM eğitiminin öncelikli olarak derinlemesine araştırılması ve irdelenmesi gerekliliğinin önemi vurgulanmaktadır. (MEB, 2016). Türkiye'de STEM alanında yapılan ilk çalışmalar 2012 yılında başlamıştır. Bununla birlikte 2013 yılında Kayseri İl Milli

Eğitim Müdürlüğü öncülüğünde belirli sayıdaki okullarda STEM uygulamaları yapılmıştır. Bu uygulama sonucunda STEM eğitiminin fen ve matematik derslerinde öğrencilerin tutumlarını ve akademik başarılarını yükselttiği görülmüştür (Ceylan, 2014). Bunun yanında STEM eğitim merkezleri birkaç üniversite öncülüğünde kurulmaya başlanmıştır. Bu konuda yapılan ilk girişimler, İstanbul Aydın Üniversitesi ve Hacettepe Üniversitesi tarafından yapılmıştır (MEB, 2016). Bir STEM merkezi de Orta Doğu Teknik Üniversitesi bünyesinde kurulmuştur. Orta Doğu Teknik Üniversitesi Eğitim Fakültesi'nde TÜBİTAK desteğiyle 'Genç Mucitler Geleceği Tasarlıyor: Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik (STEM) Eğitimleri' projesi ortaokul öğrencileri ile gerçekleştirilmiştir (Baran, Canbazoğlu Bilici, ve Mesutoğlu, 2015). Öte yandan ülkemizde Milli Eğitim Bakanlığı bünyesinde Üniversiteler ile işbirliği yapılmak suretiyle Tasarım Beceri Atölyeleri ve STEM Eğitim Merkezlerinin kurulmasına yönelik çalışmalar hız kazanmaktadır. Türkiye'deki 2017 yılında yeni müfredat taslağı ile fen bilimleri dersi STEM eğitimiyle yeniden yapılandırılmaya çalışılmıştır. 2017 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda 4. sınıftan itibaren 8. sınıfa kadar Uygulamalı Bilim (Fen ve Mühendislik Uygulamaları) ünitesi eklenmiştir. Disiplinler arası yaklaşımı öngören STEM eğitimi sadece fen bilimleri dersine dönük olmamalı diğer disiplinlerde de yer almalıdır. MEB'in etkileşim içinde olduğu TÜBİTAK'ın, 2017-2023 Ulusal Bilim, Teknoloji ve Yenilik Stratejisi raporunda STEM eğitimini işaret eden ifadelere ulaşılmaktadır. Bu strateji raporunda, bilim fuarı etkinlikleriyle ilkokul ve ortaokul düzeyindeki öğrencilere bilimi sevdirmek gerektiği belirtilmektedir. Bu amaçla birçok bilim merkezlerinde bilim şenlikleri düzenlenmektedir. Bu şenliklerde STEM ile ilgili projeler sunulmaktadır. Ülkemiz 2014 yılından itibaren STEM eğitimini destekleyici Scientix Projesi (Avrupa'da fen eğitimi için topluluk projesi)'ne dahil edilmiştir. Bu proje ile fen eğitimindeki STEM uygulamalarının yaygınlaştırması hedeflenmektedir. STEM eğitimiyle ilgilenen herkes Scientix topluluğuna katılım sağlayabilir. 2018 öğretim programında Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları şeklinde ünitelerin tamamını kapsayacak şekilde ifade edilmiştir. Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları bölümünde öğrencilerden yıl içerisinde uygulamalar yapmasının istenmesi ve sene sonu Bilim Şenliği önerisi STEM'i daha anlaşılabilir hale getirdiği belirtilmiştir (Bahar, Yener, Yılmaz, Emen ve Gürer, 2018). Dünyada ve Türkiye'de STEM'in farklı isimlendirilme ve yorumlanma şekilleri vardır. Türkiye'deki örneklerden biri FeTeMM şeklindedir. FeTeMM eğitimi, FeTeMM disiplinlerine ait özel bilgi ve becerilerin en az bir diğer STEM disipliniyle entegre edilerek

öğretilmesinin amaçlayan bir yöntem olarak ifade edilmektedir (Çorlu ve diğerleri, 2014). Örneklerinden bir diğeri de BilTEMM şeklindedir. Yıldırım ve Altun (2015) "Science" kelimesinin bilim anlamında kullanılmasının daha faydalı olacağını belirtmişlerdir. Bu görüşü destekleyen diğer bir gelişmede ODTÜ'de açılan STEM merkezinin Türkçe isminin BilTEMM olmasıdır (Yıldırım, 2016).

Türkiye'de STEM Eğitimi için Milli Eğitim Bakanlığı tarafından hazırlanmış olan bir eylem planı bulunmaktadır. Bu eylem planında 2015-2019 Stratejik Planı içerisinde STEM Eğitimi'nin güçlendirilmesine yönelik amaçlar yer almaktadır. Bu plan içerisindeki STEM amaçları ile Teknoloji ve Tasarım Dersi amaçlarının birbirine örtüştüğü görülmektedir. Türkiye'de PISA ve TIMSS gibi sınavlardan istenilen sonuçların elde edilebilmesi için STEM eğitiminin üstünde durulması gerekmektedir (MEB, 2016).

Bir ülkenin ürün ve hizmet üretebilme kapasitesi o ülkenin üniversitelerden STEM alanında mezun ettiği öğrenci sayısı, öğrenci kalitesi ve bu alanda yaptığı Ar-Ge yatırımları ile ilişkilidir. Birçok açıdan düşünüldüğünde Türkiye'nin STEM eğitimine yatırım yapması gerektiği sonucuna varılmıştır (Aydeniz, 2017).

2.2.3.2 Dünyada STEM Eğitimi

Başta ABD, Japonya ve Güney Kore gibi ülkeler olmak üzere çoğu ülke STEM eğitim modeline büyük önem verip eğitim alanlarını bu şekilde revize etme gayretindedirler. Hatta ABD eski başkanı Obama, ülkenin gelecekteki refah düzeyinin yükselmesinin STEM eğitimine bağlı olduğunu dile getirmektedir (President's Council of Advisors on Science and Technology, 2010). Bu bağlamda STEM eğitiminin amaçları; STEM okuryazarlığı bilincinde bireylerden oluşan işgücü, STEM alanındaki mevcut işlerini devam ettirebilmek, ülkelere ekonomik avantaj sağlayacak inovasyonlar üretebilmek ve gelecekteki iş alanlarında yeterli olabilmek şeklinde ifade edilebilir (Thomas, 2014).

Dolayısıyla ekonomik avantajı elinde tutan ülkelerden olabilmek ve çağın gereksinimlerine ayak uydurmak amacıyla nitelikli bireyler yetiştirmek STEM açısından büyük önem arz etmektedir (Eroğlu ve Bektaş, 2016). Aşağıda bazı ülkelerin STEM eğitimi politikaları ayrıntılı olarak verilmiştir.

ABD'de STEM eğitimi yakın geçmişte ülkelerin eğitim anlayışlarında kaçınılmaz bir gereksinim olma durumu taşısa da ABD'de 1980 yılından itibaren fen ve matematik

eğitimine büyük önem verilmesine dikkat çeken raporlar yayımlanmaya başlanmıştır (NFS, 1980). 2004 yılında yayımlanan "Engineering 2020" adlı çalışmada mühendisliğin önemi ifade edilmiştir. Rapora göre ABD'nin eğitim sisteminin ürünü olan mühendislerin 21.yy. ihtiyaçlarına cevap veremediği için eğitim sisteminin güncellenmesi gerektiği ve bu doğrultuda olması gereken mühendislik becerilerinin ne olduğu hakkında çeşitli çıkarımlar sunulmuştur (National Academy of Engineering, 2004). 2009 yılında ortaya çıkan "K-12 Eğitiminde Mühendislik: Statüleri Anlamak ve Beklentileri Geliştirmek (Engineering in K-12 education: Understanding the Status and Improving the Prospects)" adlı çalışmada mühendislik eğitiminin gerekliliğini belirtmek ve geleceğe dönük plan ve programlar yapılması için eğitimcilere destek verilmesi noktasında düşünceler ifade edilmiştir (Katehi, Pearson ve Feder, 2009).

NSF çatısı altında mühendislik eğitiminin niteliğini geliştirmek ve yaygınlaştırmak adına K-12 sisteminde pek çok mühendislik eğitimi programı oluşturulmuştur. Mühendislik eğitimi için fikir ve düşünceler hazır olsa da böyle bir eğitim türüne okulların, üniversitelerin ve eğitimcilerin hazır olmadığı vurgulanmaktadır (Çepni, 2017). Bu bağlamda ihtiyaçlar doğrultusunda ABD'de STEM eğitiminin okullarda uygulanması, mühendislik becerileri disiplinlerle bütünleştirilmiş olup; buna yönelik STEM okulları açılmıştır (Akgündüz ve diğerleri 2015).

Güney Kore gelecek nesillerin eskiye göre nispeten inovatif nesiller olarak yetişebilmeleri maksadıyla yakın zamanda STEM eğitimi uygulamalarına ağırlık vermiştir. Güney Kore'de STEM eğitimine sanatsal anlayış da eklenerek fen ve teknoloji disiplinlerinde nitelikli insan kaynakları için bir noktada birleşen "STEAM" eğitimi tanımlanmıştır (Kang, Kim J., & Kim Y., 2013).

Fen eğitimi Çin'de eğitim noktasının temel taşlarından birisi olarak ifade edilmektedir. Fen eğitimi ve teknolojinin önemi uzun yıllardır hükümetlerin öncelikli amaçları arasında yer almıştır. Çin, ekonomisini daha da ileri noktaya taşımak üzere iktisadi gücünü bilgiyle sentezlemeyi hedeflemektedir. Hükümet, bu amaçlarını gerçekleştirmek için eğitim alanında önemli girişimlerde imza atmaktadır. Çin ekonomisinin en büyük avantajlarından biri STEM alanlarında ihtiyaç duyulan lisans mezunu bireylerin sayısının diğer ülkelere kıyasla yüksek olmasıdır. OECD (2011) sonuçlarına göre, Çin'de yükseköğretim mezunlarının büyük çoğunluğu STEM alanlarından mezun verecektir (Pekbay, 2017).

Avustralya, STEM eğitimini öncelikleri arasında tutup birçok çalışmalar yapmakta ve politikalar geliştirmektedir. *Ulusal STEM Eğitimi Stratejisi* raporu Avustralya'nın STEM'e önem verdiğinin kanıtıdır. Avustralya'da gerçekleştirilen çalışmalar teknolojide ilerleyen, dünya piyasasının ekonomik yarışına girebilecek kapasitede olmaya çalıştığının bir göstergesidir. Bu rapordaki dört temel tema; ekonomik yarışabilirlik, eğitim ve yaşam boyu öğrenme, araştırma ve geliştirme ve küresel dünya ile etkileşim olarak ifade edilmektedir (Çepni, 2017).

İngiltere'de; fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerindeki becerilerin öğrencilerine katkılarını görmek amacıyla 2004 den itibaren 10 yılı kapsayan bir bildiri yayınlanmıştır. Bu rapor STEM eğitimine olan tutumu da içine almıştır. İngiltere'de ilk ve ortaokul programlarının iyileştirilmesi hedefiyle milli bir strateji oluşturulmuş; strateji de orta düzey bilim bilgisi programlar seçilmiştir. Stratejinin sonunda, kendini geliştirme eğitim sistemini işe koşan okulların STEM eğitimi açısından daha iyi bir yerde oldukları görülmüştür (MEB, 2016).

Japonya STEM eğitimini destekleyen ülkeler arasında yerini almaktadır. Son dönemlerde PISA sınavlarında yaşanan düşüşler STEM eğitimine olan yönelişi kaçınılmaz hale getirmiştir. Bu doğrultuda Japonya STEM eğitimine ağırlık vermeye başlamış ve özellikle öğretmenlerin alanlarında uzmanlaşmalarına büyük ölçüde önem vermeye başlamıştır. (Marginson , Tytler, Freeman ve Roberts, 2013).

Rusya**,** Smolentseva (2015)'e göre milli eğitim stratejisinde ilk olarak yükseköğrenim enstitülerinin eğitimlerini sağlamlaştırmaya konsantre olmuştur. Hükümet STEM eğitimini kullanmak ve yeni programlarındaki eksiklikleri gidermek için üç madde bildirmiştir:

1. Mühendislik programlarının niteliklerini güçlendirmek,
2. Matematik eğitimini iyileştirmek,
3. Belirli mesleklere yönelik insan gücü yetiştiren kurumların programlarını üniversitelerin önderliğinde geliştirmek (MEB, 2016).

Azalan genç nüfusa sahip olan Avrupa'da STEM alanında başarı gösterilememekte ve bu da ekonomi için ciddi bir problem oluşturmaktadır. Hem hizmet içi hem de normalde STEM'e ilgi duyan bireyler için çalışmalar yapılmaktadır. Bunun için Avrupa STEM Mesleki Gelişim Merkezi Ağı **(**The European STEM Professional Development Centre Network) adlı bir organizasyon kurulmuştur (Çepni, 2017). Almanya, 2006 yılında

Yüksek-Teknoloji stratejisini başlatmıştır. Söz konusu strateji ile beraber yeni ürünler ve inovatif hizmetlerin desteklenmesini hedeflemiştir. 2010 yılından başlayıp 2020 yılına kadar uzatılan bu stratejinin hedefi, eğitimin niteliğini güçlendirmek olarak ifade edilmektedir. Norveç'te ise 2010 - 2014 Matematik, Fen ve Teknoloji Güçlendirme Stratejisi olarak ifade edilen programda özellikle kızların STEM alanlarına yönelik ilgilerinin yükseltilmesi amaçlanmıştır (Pekbay, 2017).

2.2.4 STEM Eğitimi Açısından Öğretmen Yeterlilikleri

National Research Council (NRC) tarafından 2013 yılında yayınlanan rapora göre, başarılı bir STEM eğitiminin doğru bir şekilde aktarılmasının ölçütleri bulunmaktadır. Bu ölçütler genel olarak; STEM kurumlarının ve açılmış olan program sayıları ile birlikte katılım sağlayan bireylerin miktarı, ilkokul düzeyinde Fen Bilimleri dersine ayrılmış olan sürenin miktarı, ülkesel bazda Matematik ve Fen Bilimleri dersinin standartlarının öğrenim verilen programlarla bütünleştirilmesi, öğretmenlerin fen bilimleri ve matematik alanlarında içerik bilgileri, mesleki gelişim adına düzenlenen STEM programlarına katılım sayısı olarak ifade edilebilir (NRC, 2013).

Öğrencilerde gelişmesi beklenen 21. yy becerileri ile beraber eğitimde öğretmenin de rolü büyük bir değişime uğramıştır. Öğretmen merkezli bir anlayıştan öğrenci merkezli, öğretmenin rehber olduğu bir anlayışa geçilmeye başlanmıştır. STEM eğitimi de öğrenci ve öğretmen yetiştirme konusunda önemli bilgiler vermektedir. Öğretmenler öğrencileri doğru bir şekilde yönlendirerek, kendi kendilerine yetebilen, otokontrol, öz değerlendirme, işbirliği, bilimsel süreç becerileri gibi özelliklere sahip bir öğrenci profili ortaya çıkarmaya çalışmalıdır. Bu bağlamda öğretmenlerin kendi alanlarına özgü bilgileri, alan eğitimi bilgisi, dışında STEM alanında da sürekli güncel bilgileri takip etmelidirler. Aynı zamanda okullarda mesleki öğrenme adına çalışmalar yapılmalı, zümreler içi ve zümreler arası işbirlikçi anlayış gelişmelidir (Çorlu, 2014).

STEM yaklaşımının olmazsa olmazlarından biri öğretmendir. Öğretmen, teşvik edici, yönlendirici ve planlama konusunda önemli bir unsurdur (Gökdere ve Çepni, 2003). Dolayısıyla STEM yaklaşımının uygulama sürecinde öğretmenlerin ciddi bir sorumluluk üstlendiği söylenebilir (Corlu, Capraro R., ve Capraro M., 2014; Timur ve İnançlı, 2018). Bu bağlamda U.S. Department of Education (2010) STEM eğitiminin öğretimi için K-12 seviyesindeki öğretmenlerin eğitilmesinin milli bir hedef olduğu üzerinde durmakta ve STEM öğretimi için genel bir stratejinin uygulanması zorunluluğu vurgulamaktadır. Zira

öğrencilerin başarılı olması, öğretmenlerin nitelikli bir şekilde eğitilmesinden geçmektedir. Nasılki öğretmenlerin fen bilimleri ve matematik alan yeterlilikleri öğrencilerin akademik başarısının üst seviyeye çıkmasında önemli bir etken ise; aynı şekilde STEM eğitiminde öğretmenin sahip olduğu yeterlilikler de öğrenci başarılarını olumlu yönde etkileyecektir (Yıldırım, 2020). Dolayısıyla öğretmenlerin STEM eğitimini nitelikli bir şekilde verebilmeleri için sistemli ve sağlam temellere dayanan bir pedagojik eğitime gerek duyulmaktadır (The President's Council of Advisors on Science and Technology [PCAST], 2010). Fakat STEM eğitimi açısından öğretmenlerin bütün disiplinlerde gerekli donanıma sahip olması için şart olan mesleki gelişim programlarının yetersiz olması öğrencilerin düşük performans sergilemelerine yol açmaktadır (Ejiwale, 2013). Öğretmenlerin alan bilgisinin istenilen seviyeye gelmemesi bütünleştirilmiş STEM eğitiminin sağlanmasını zorlaştırmaktadır (Stinson, Harkness, Meyer ve Stallworth, 2009). Etkili bir öğretim için alan ve pedagoji bilgisi büyük bir öneme sahiptir (Stohlmann, Mooreve Roehrig, 2012). Öğretmenlerin STEM eğitimi mesleki gelişim programları ile desteklenmeleri etkili STEM öğretimini gerçekleştirebilmeleri noktasında kilit öneme sahiptir (Yıldırım, 2020). Dolayısıyla STEM öğretmenlerinin yetiştirilmesi için mesleki gelişim programlarının hazırlanması bir zorunluluk haline gelmiştir (Ejiwale, 2013).

Yıldırım (2020) tarafından yapılan çalışmada, öğretmenlerin STEM eğitimiyle ilgili mesleki gelişimlerini arttırmaya ilişkin bir öğretim modeli önerisinde bulunulmuştur. Çalışma kapsamında, geliştirilen modele "STEM Öğretmen Enstitüleri Eğitim Modeli (SÖEEM)" ismi verilmiştir. Araştırmanın örneklemini değişik branşlarda görev yapan 40 öğretmen oluşturmuştur. Nitel araştırma yöntemlerinden özel durum çalışması desenine uygun olarak tasarlanan bu çalışmada "SÖEEM" modelinin çıkış sürecinde adımlarının belirlenmesi maksadıyla doküman analizi, görüşme ve ders planı incelemesi yapılmıştır. Doküman incelemeleri sonucunda, SÖEEM modelinin STEM eğitim okuryazarlığı, ihtiyaçların tespit edilmesi, hedeflerin belirlenmesi, içerik seçimi, eğitimciler ve özelliklerinin belirlenmesi, ders planı oluşturma, uygulama ve son olarak değerlendirme olarak sekiz aşamadan oluştuğu bulunmuştur. Yapılan görüşmeler neticesinde, öğretmenler STEM eğitimi konusunda olumsuz tutuma sahip oldukları, lisans eğitimi boyunca aldıkları eğitimlerin yetersiz olduğunu, ders planı hazırlamakta zorluk yaşadıklarını ve STEM okuryazarı olmadıklarını düşünmektedir. Ders planı inceleme sonucunda ise, öğretmenler hazırladıkları ders planlarında özellikle STEM alanlarını entegre etme noktasında zorluk yaşadıkları tespit edilmiştir (Yıldırım, 2020). Bu bağlamda STEM eğitimi ile ilgili olumsuz

tutum içinde olan, yeterli pedagojik, mesleki ve alan bilgisine sahip olmayan ve bununla birlikte STEM okuryazarlığı noktasında kendini eksik hisseden eğitimcilere ortak bir mesleki gelişim kapsamında STEM eğitimlerinin verilmesi gerekmektedir.

2.2.5 STEM Eğitimi ile ilgili Yanlışlar

STEM yaklaşımı ile ilgili alanyazın tarandığında, ülkemizde birçok araştırmada STEM eğitiminin doğru veya yeterli düzeyde anlaşılmadığı görülmektedir (Yıldırım, 2018b). İlk olarak STEM, derse karşı olumlu tutum geliştirmeyi amaç edinen ya da dersi basitleştirip öğretimi kolaylaştıracağı düşüncesinde olan bir öğretim yöntemi değildir (Akgündüz, 2016b). STEM eğitimi disiplinlerin bütüncül bir yaklaşımla ele alındığı bir yaklaşım olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu yaklaşım ile kişiler problemin çözümü için fikirler üreterek bu fikirleri çözümü aşamasında fen bilimleri, teknoloji, mühendislik ve matematiği birlikte kullanarak problemi çözmüş olacaklardır.

Ülkemizde popülerleşen STEM eğitimi birçok kurum ve kuruluş tarafından ticari gelir kaynağı olarak görülmektedir. STEM anlayışının hak ettiği noktaya ulaşması için STEM eğitiminin yeterince idrak edilmesi gerekmektedir. Dolayısıyla STEM yaklaşımına ilişkin yanlış bilinenlerin farkına varılması STEM eğitimine olan bakış açısını değiştireceği gibi mevcut önyargı ve yanlış anlamaları da ortadan kaldırmış olacaktır. Bu yanılgılar;

- STEM eğitimi temelde robotik setlerin kullanıldığı, yüksek maliyetli eğitimlerdir
- Kodlama ve Maker yapmak STEM eğitimidir
- STEM eğitiminde her disiplinlerden ayrı ayrı yararlanılır
- STEM eğitimi derslerde uygulanan öğretim yöntemidir
- Fen deneyleri STEM eğitimidir
- STEM eğitimi sadece belirli yaş gruplarını kapsar

şeklinde sıralanabilir. STEM eğitiminden istenilen verimin alınabilmesi için mevcut yanılgıların göz ardı edilmemesi gerekmektedir (Akgündüz, 2016b; Özbilen, 2018; Yıldırım ve Selvi, 2016).

Başka bir açıdan STEM eğitimindeki yanlışlıklar (Çepni, 2017; Yıldırım ve Selvi, 2016; Yıldırım, 2018a) şu şekilde sıralanabilir;

- STEM'in mevcut bileşenlerinin fen ve matematik kavramlarını barındırmayan maker hareketiymiş (do it yourself) gibi tanıtılması ve çeşitli ürünlerin ticaretinin yapılması (çeşitli legolar, robotlar, elektronik devreler..) ve STEM'in sadece bu

materyallerden ibaret sayıldığına ilişkin bir algının oluşturularak STEM'in amacına uygun olmayan bu araçların tüketim ürünü olmanın önüne geçemeyeceği ifade edilmektedir.

- Fen ve matematikle bağlantılı olmayan ve günlük hayat problemleriyle örtüşmeyen hobi etkinliklerinin (Seramik, Origami vs.) STEM olarak tanıtılması.
- STEM'in ekonomik kaynak olarak görülmesiyle özellikle özel eğitim kurumlarında gerçek dışı STEM merkezi, STEM laboratuvarları kurularak veli ve öğrencilere gösterişli bir yapı sunulmaktadır.
- Fen Bilimleri dersi müfredatı kazanımlarıyla henüz tam olarak ilişki kurulmamış Kodlama Eğitiminin veya satın alınan kitlerin (Hazır Elektronik devreler (Arduino), robot, yapay zekâ, 3D Yazıcı) STEM'in temel unsurları gibi sunulması ve bu yönde bir tüketim yaptırılmaya yönlendirilmesi.

2.3 İlgili Çalışmalar

Bu bölümde STEM eğitimi ve meta analiz ile ilgili çalışmalara yer verilmiştir.

2.3.1 STEM Eğitimi İle İlgili Yurtiçinde Yapılan Çalışmalar

Gündüz Bahadır (2020) **"**6. Sınıf Fen Bilimleri Dersinde Stem Uygulamalarının Çeşitli Değişkenler Açısından İncelenmesi" adlı doktora tezi çalışmasında 5E Öğrenme Modeli ile bütünleştirilmiş STEM etkinliklerinin öğrencilerin bilimsel yaratıcılıkları, problem çözme becerileri, sorgulayıcı öğrenme becerileri, STEM eğitimi ile ilgili algıları ve tutumları ile STEM mesleklerine yönelik ilgilerine etkisini incelemeyi hedeflemiştir. 73 öğrenci ile yürütülen çalışmada veriler Bilimsel Yaratıcılık Testi, Problem Çözme Envanteri, Sorgulayıcı Öğrenme Becerileri Algı Ölçeği, STEM Alanlarına Yönelik Algı ve Tutum Testi ve STEM Mesleklerine Yönelik İlgi Ölçeği kullanılarak toplanmıştır. Deney ve Kontrol Grubu ön ve son test sonuçlarının karşılaştırılması ilişkili ve ilişkisiz örneklemler t-testi; Mann-Whitney U testi ve Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ile analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, STEM etkinliklerinin öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarını, problem çözme becerilerini, STEM'e yönelik algılarını ve STEM mesleklerine yönelik ilgilerini geliştirdiği ancak öğrencilerin STEM tutumlarına ve sorgulayıcı öğrenme becerileri algılarına etkisinin olmadığı tespit edilmiştir

Güven (2020) **"**Stem Uygulamaları İle Zenginleştirilmiş 7E Öğrenme Modeli'nin 5. Sınıf Öğrencilerinin Bilişsel Süreç Becerilerine Etkisi" isimli doktora tezi çalışmasında, STEM uygulamaları ile zenginleştirilmiş 7E Öğrenme Modeli'nin 5. sınıf öğrencilerinin

"Elektrik Devre Elemanları" ünitesine yönelik başarılarını, üst ve alt düzey düşünme becerileri basamaklarındaki başarılarını, Yenilenmiş Bloom Taksonomisi'nin (YBT) bilişsel süreç boyutunun her bir basamağındaki başarılarını ve öğrenilen bilgilerin kalıcılığına etkisini tespit etmeyi hedeflemiştir. Deney grubu 22, kontrol grubu 18 öğrenciden oluşmaktadır. Araştırmada araştırmacı tarafından geliştirilmiş açık uçlu ve çoktan seçmeli sorulardan oluşan Başarı Testi (BT) veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Başarı testi hem deney hem de kontrol grubuna ön test, son test ve kalıcılık testi olarak uygulanmıştır. Başarı testinden elde edilen verilerin analizinde deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin başarı puanları, alt ve üst düzey düşünme becerilerindeki başarı puanları benzer artmıştır. Her iki öğretim arasında işaret edilen değişkenlerde istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı belirlenmiştir.

İnançlı (2020) "Ortaokul Öğrencilerinin STEM'e Yönelik Tutumlarının Çeşitli Değişkenler Açısından İncelenmesi" konulu Yüksek Lisans Tezi çalışmasında ortaokul öğrencilerinin STEM'e yönelik tutumları çeşitli değişkenler açısından incelenmiştir. Çalışma iki devlet okulunun 5. 6. 7. ve 8. sınıfında öğrenim gören 504 öğrenci, 5 öğretmen ve 4 okul yöneticisi ile yürütülmüştür. Araştırmanın sonuçları incelendiğinde Ortaokul öğrencilerinin STEM eğitimine ve STEM'in alt boyutlarına karşı tutumlarının yüksek düzeyde olduğu görülmüştür. Öğretmenlerle yapılan görüşmelerde STEM eğitimine yönelik ders içi ve ders dışı etkinliklere yer verdikleri, ilgilerinin, isteklerinin yüksek olduğu görülmüştür. Fakat STEM eğitimine karşı yeterli bilgiye sahip olmadıkları tespit edilmiştir. Okul yöneticileri ile yapılan görüşmelerde ise STEM eğitimine yönelik görüşlerinin olumlu ve destekleyici olduğu görülmüş olup STEM eğitimine yönelik proje ve etkinlikleri destekleyici çalışmalara katkı sağladıkları tespit edilmiştir.

Gülseven (2020) **"**Argümantasyon Temelli Fetemm Eğitiminin 7. Sınıf Öğrencilerinin Kuvvet Ve Enerji Ünitesine Yönelik Akademik Başarılarına, Tutumlarına ve Argümantasyon Seviyelerine Etkisi" adlı yüksek lisans tezi çalışmasında söz konusu ünite baz alınarak öğrencilerin akademik başarı, tutum ve argümantasyon seviyelerine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda bir devlet okulunda eğitim gören 64 öğrenci örneklem grubu olarak seçilmiş olup; çalışmada Fen Bilimleri Tutum Ölçeği ile Kuvvet ve Enerji Akademik Başarı Testi, etkinlik kâğıtları ve yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Veriler analiz edildiğinde son başarı testinden elde edilen sonuca göre deney grubunun daha başarılı olduğu görülmüştür. Fen bilimleri dersine ilişkin

tutumlarında ise son test sonuçlarına göre anlamlı bir fark olmadığı belirlenmiştir. Argümantasyon seviyelerinde deney grubunun lehine anlamlı bir farklılık oluştuğu gözlenmiştir. Nihai olarak argümantasyon temelli FeTeMM eğitimiyle yapılan derslerin, öngörülen programda işlenen derslere nazaran öğrencilerin akademik başarılarına ve argümantasyon seviyelerine olumlu etki ettiği gözlenmiş olup; fer dersine yönelik tutumları incelendiğinde ise deney grubu lehine anlamlı bir farklılık oluşturmadığı tespit edilmiştir.

Bike (2020) **"**Ortaokul 7. Sınıf Öğrencilerinin Stem Eğitimine Yönelik Tutum Düzeylerinin Öğrenme Stilleri Açısından İncelenmesi" başlıklı çalışmada 7.sınıf öğrencilerinin STEM eğitimine yönelik tutum düzeylerinin öğrenme stilleri açısından incelenmesi hedeflenmiştir. Çalışmanın örneklem grubunu 173 öğrenci oluşturmaktadır. Veriler, Deneyimsel Öğrenme Stili Envanteri III ve Fen, Teknoloji, Mühendislik Matematik (STEM) Tutum Ölçeği kullanılmıştır. Araştırmanın sonucunda, öğrenciler en çok yerleştiren en az ise ayrıştıran öğrenme stiline sahip olduğu, farklı öğrenme stillerine sahip öğrencilerin STEM tutumları arasında düşük düzeyde anlamlı bir farklılık görüldüğü, ayrıştıranların STEM tutum ortalamasının en yüksek fakat yerleştirenlerin en düşük ortalamaya sahip olduğu tespit edilmiştir. Bir diğer sonuç ise matematik, fen öğretimi ve STEM ile ilişkisi, teknoloji öğrenimi ve kullanımı alt boyutlarında öğrenme stilleri açısından anlamlı bir farklılığın olduğu ve bu farklılığın matematik, fen öğretimi ve STEM ile ilişkisi alt boyutunda en yüksek tutum ortalaması özümseyen en düşük ise yerleştirenlerin, teknoloji öğrenimi ve kullanımı alt boyutunda ise en yüksek ortalama ayrıştıran, en düşük ortalama ise özümseyen öğrenme stillerine sahip olan öğrenciler olduğu tespit edilmiştir.

Özaslan (2019) "Işığın Kırılması Ve Mercekler Ünitesine Yönelik Stem Yaklaşımına Göre Geliştirilen Etkinliğin Öğrencilerin Akademik Başarısına ve Tutumuna Etkisi" konulu yüksek lisans tezi çalışmasında 7. Sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına ve fen bilimleri dersine olan tutumlarına etkisinin incelenmesi hedeflenmiştir. 70 öğrenciden oluşan örneklemde "Fen Bilgisi Başarı Testi" ve "Fen Bilgisi Tutum Ölçeği" kullanılmıştır. Sonuç olarak STEM yaklaşımına göre geliştirilmiş olan proje tabanlı Fen Bilimleri ders etkinliği ile gerçekleştirilen eğitimi alan deney grubu katılımcılarının akademik başarısı ve fen bilimleri dersine olan tutumlarının geleneksel

yöntemler ile eğitim alan kontrol grubu katılımcılarından anlamı düzeyde farklılık gösterdiği görülmüştür.

İzgi (2020) "Fen Bilimleri Dersi Elektrik Enerjisinin Dönüşümü Konusuna 5EModeli ile Temellendirilmiş, Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM) yaklaşımının 7. Sınıf Öğrencilerinin Akademik Başarı ve Bilimsel Süreç Becerilerine Etkisi" adlı yüksek lisans tez çalışmasında Elektrik Enerjisi Dönüşümü konusunda 5E modeli ile temellendirilmiş STEM yaklaşımına göre hazırlanan öğretim tasarımı uygulamalarının 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına ve bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi hedeflenmiştir. Çalışma 25 deney 25 kontrol grubu olmak üzere 50 öğrenciden oluşmaktadır. Veri toplama aracı olarak Elektrik Enerjisinin Dönüşümü Başarı Testi, Bilimsel Süreç Becerileri Testi ve yarı yapılandırılmış STEM Uygulamalarına Yönelik Öğrenci Görüşleri Formu uygulanmıştır. Yapılan analizler sonucunda STEM yaklaşımına göre hazırlanan öğretim tasarımı uygulamalarının mevcut programın öngördüğü öğretim yöntemine göre öğrencilerin akademik başarılarını artırmada ve bilimsel süreç becerilerini geliştirmede etkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca deney grubundaki öğrencilerin derse karşı ilgilerinin arttığı, zevk alarak öğrendikleri ve STEM etkinliklerinin diğer derslerde yer almasını istedikleri gözlemlenmiştir.

Kapan (2019) "7. Sınıf Fen Bilimleri Dersi Elektrik Devreleri Ünitesinde Stem Uygulamalarının Akademik Başarı, Motivasyon Ve Bilimsel Süreç Becerilerine Etkisinin İncelenmesi" konulu yüksek lisans tezinde söz konusu üniteyle bütünleştirilmiş STEM etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarılarına, fen öğrenmeye ilişkin motivasyon ve bilimsel süreç becerilerine etkisini incelemeyi hedeflemiştir. Çalışma grubunun 50 öğrenciden oluştuğu bu çalışmada elektrik başarı testi, bilimsel süreç becerileri testi ve fen öğrenmeye yönelik motivasyon ölçeği kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, öğrencilerin akademik başarılarının ve bilimsel süreç becerilerinin yükseldiği, bunun yanında fen öğrenmeye yönelik motivasyonlarının da olumlu olarak geliştiği sonucuna varılmıştır.

2.3.2 STEM Eğitimi İle İlgili Yurtdışında Yapılan Çalışmalar

Sullivan (2008) ortaokul öğrencileri ile yaptığı çalışmada, STEM etkinliklerinin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine etkisini araştırmıştır. Araştırma neticesinde; STEM etkinliklerinin ortaokul öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini artırdığını ve olumlu yönde geliştirdiğini ortaya koymuştur.

Olivarez (2014), STEM eğitiminin uygulandığı ve uygulanmadığı 8. sınıfta öğrenim gören öğrencilerin akademik başarılarının gelişimini karşılaştırmayı hedeflediği araştırmada, STEM eğitiminin öğrencilerin okuma, fen ve matematik başarılarını artırdığı sonucuna ulaşmıştır.

Knezek, Christensen, Tyler-Wood ve Periathiruvadi (2013) ortaokul öğrencileri ile yaptıkları çalışmada, STEM içerik bilgilerinin, STEM konuları ve mesleklerine yönelik algıları üzerindeki etkisini incelenmiştir. Araştırma neticesinde, STEM içerik bilgilerine sahip olan ortaokul öğrencilerinin, STEM konuları ve mesleklerine yönelik algılarının arttığı sonucuna ulaşmışlardır.

Wendell ve Rogers (2013), ilkokul öğrencilerinin mühendislik tasarım temelli etkinliklerin fen dersine ilişkin sahip oldukları alan bilgisine ve fen dersine yönelik tutuma etkisini incelemiştir. Araştırma sonucunda söz konusu etkinliklerin öğrencilerin alan bilgilerini geliştirmede olumlu etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Lamb, Akmal ve Petriei (2015) çalışmalarında, STEM eğitiminin bilişsel, duyuşsal ve içerik çıktılarını araştırmışlardır. STEM eğitimine ilişkin hazırlanan program öğrencilere 3 yıl boyunca uygulanmış ve süreç sonunda STEM eğitiminin öğrencilerin öz yeterlilik geliştirmede, fen alan bilgilerinin gelişmesinde ve fen dersine ilişkin ilgilerinin artmasında etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

English, King ve Smeed (2017) üç yıllık süre boyunca yaptıkları çalışmada, 6. sınıf öğrencilerinin, STEM eğitiminde mühendislik temelli problemlerini düşünme becerilerine etkisini incelemişlerdir. Çalışma neticesinde, STEM eğitimi ile tasarlanan mühendislik temelli problemleri düşünme becerilerinin geliştiğini gözlemlemişlerdir.

Srikoom, Faikhamta ve Hanuscin (2018) çalışmalarında, öğrencilerin kariyer tercihlerinde STEM eğitiminin etkili olduğunu vurgulamışlardır.

2.3.3 Meta Analiz İle İlgili Yurtiçinde Yapılan Çalışmalar

Demirtaş Yılmaz (2014) "Fen Eğitiminde Laboratuvar Destekli Öğretim Yönteminin Öğrenci Başarısı Üzerindeki Etkisinin Meta Analiz İle İncelenmesi" konulu yüksek lisans tezinde fen eğitiminde laboratuvar destekli öğretim yöntemi ile öğrenci başarısı arasındaki ilişkiyi meta analiz yöntemi yoluyla ortaya koymayı hedeflemiştir. Bu kapsamda 30 çalışma meta analiz yöntemi ile bir araya getirilmiştir. Sonuç olarak uygulanan yöntemin akademik başarı üzerindeki etki değeri 2,8729 şeklinde

hesaplanmıştır. Thalheimer ve Cook bu değeri etki büyüklüğü hesaplamasında muazzam (huge) düzeyde olarak sınıflandırmıştır.

Ural (2014) "İlköğretimde Fen ve Teknoloji Öğretimi Üzerine Türkiye'de Yapılan Araştırmaların Meta-Analizi" konulu doktora tezi çalışmasında, meta analiz yöntemi kullanılarak yapılandırmacı yaklaşım ile işlenen derslerin fen akademik başarısına ve fen dersine ilişkin tutuma ne derece etki ettiğine dair ortalama bir görüşe ulaşmayı hedeflemiştir. Bu kapsamda 25 doktora tezi, 77 makale meta analiz yöntemi ile bir araya getirilmiştir. Elde edilen bulgulara göre uygulanan yaklaşımın fen dersine yönelik başarıyı 1,003 büyüklüğünde geniş düzeyde, fen dersine yönelik tutumu 0,743 büyüklüğünde orta düzeyde etkilediği belirlenmiştir.

Ayaz M. (2014) "Proje Tabanlı Öğrenme Yaklaşımının Öğrencilerin Fen Derslerindeki Akademik Başarılarına Ve Fen Derslerine Yönelik Tutumlarına Etkisi: Bir Meta-Analiz Çalışması" konulu doktora tezi çalışmasında, söz konusu yaklaşımın öğrencilerin akademik başarı ve tutumlarına ilişkin etkilerini belirlemek maksadıyla meta analiz çalışması yapılmıştır. Bu kapsamda 32 araştırma çalışmaya dahil edilmiş olup akademik başarıya yönelik genel etki değeri 0,9918 (orta düzeyde), fen derslerine yönelik tutumlarına yönelik genel etki değeri 0,715 (orta düzeyde) olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak proje tabanlı öğrenme yaklaşımının, geleneksel öğretim yöntemlerine göre öğrencilerin fen derslerindeki akademik başarılarına ve fen derslerine yönelik tutumlarına olumlu etkisi olduğu belirlenmiştir.

Ayaz N. (2015) "Probleme Dayalı Öğrenme Yaklaşımının Öğrencilerin Fen Bilimleri Derslerindeki Akademik Başarılarına Ve Tutumlarına Etkisi: Bir Meta Analiz Çalışması" adlı yüksek lisans tezinde söz konusu yaklaşımının, öğrencilerin fen bilimleri derslerindeki akademik başarıları ve tutumları üzerindeki etkisine yönelik genel görüşe ulaşılmak amaçlanmıştır. Bu kapsamda 22 araştırma çalışmaya dahil edilmiş olup; fen bilimleri dersindeki akademik başarıya ilişkin genel etki değeri 1,162, fen bilimleri dersine ilişkin tutumlarına yönelik genel etki değeri 0,769 olarak hesaplanmıştır. Sonuç olarak probleme dayalı yaklaşımın geleneksel öğretim yöntemlerine göre öğrencilerin fen bilimleri derslerindeki akademik başarılarına ve fen bilimleri derslerine yönelik tutumlarına olumlu etki ettiği belirlenmiştir.

Sarı (2018) "Fen Eğitiminde Araştırmaya Dayalı Öğrenme Stratejisinin Öğrencilerin Akademik Başarılarına Ve Tutumlarına Etkisi: Bir Meta Analiz Çalışması"

konulu yüksek lisans tezinde, söz konusu stratejinin öğrencilerin akademik başarıları ve tutumları üzerinde ne derece etki ettiğini meta analiz yöntemi yoluyla belirlemek hedeflenmiştir. Bu kapsamda toplam 93 çalışma kullanılmış olup; akademik başarıya ilişkin genel etki büyüklüğünün rastgele etkiler modeline göre 0.700 (orta düzey), tutuma ilişkin genel etki büyüklüğünün de rastgele etkiler modeline göre 0.414 (orta düzey) olarak hesaplanmıştır. Sonuç olarak araştırmaya dayalı öğrenme stratejisi öğrencilerin hem akademik başarılarına hem de tutumlarına olumlu düzeyde etki ettiği belirlenmiştir.

Gündüz (2018) "Matematik Ve Fen Bilimleri Öğretiminde Akıllı Tahta Kullanımının Öğrencilerin Akademik Başarılarına Etkisi Üzerine Bir Meta-Analiz Çalışması" konulu yüksek lisans tezinde, öğrencilerin akademik başarılarına akıllı tahta kullanımının ne derece etki ettiği hususunda genel bir görüle ulaşmak maksadıyla meta analiz çalışması yapılmıştır. Bu kapsamda meta analize 25 çalışma dahil edilmiş olup; akademik başarı değişkeninin etki büyüklüğü 0.807 (geniş düzeyde) olarak hesaplanmıştır. Sonuç olarak akıllı tahta kullanımı öğrencilerin başarılarını olumlu yönde geliştirdiği bulgusuna ulaşılmıştır.

Özer (2019) "Fen Eğitiminde Argümantasyon Temelli Öğretimin Etkililiği: Meta-Analiz Çalışması" konulu yüksek lisans tezinde fen derslerinde Argümantasyon Temelli Öğretim (ATÖ) kullanan çalışmaların bulgularını meta analiz yoluyla birleştirerek akademik başarı, bilimin doğası, tutum ve kavramsal anlama değişkenlerine etkisini incelemeyi hedeflemiştir. Bu doğrultuda, 49 karşılaştırma akademik başarı, 19 karşılaştırma kavramsal anlama, 17 karşılaştırma tutum ve 11 karşılaştırma bilimin doğası anlayışı için toplamda 96 karşılaştırma meta analize dâhil edilmiştir ATÖ' nün Cohen (1988) ve Thalheimer ve Cook (2002) skalasına göre pozitif ve deney grupları lehine; akademik başarı üzerinde geniş, bilimin doğası anlayışı üzerine geniş, fen derslerine yönelik tutum üzerine orta ve kavramsal anlama üzerine geniş düzeyde etki ettiği sonucuna ulaşılmıştır.

Koca (2019) "Fen Eğitiminde Oyun Temelli Öğrenmenin Öğrencilerin Akademik Başarı Ve Derse Yönelik Tutumuna Etkisi: Bir Meta analiz Çalışması" adlı yüksek lisans çalışmasında, meta analiz yöntemi kullanılarak oyun temelli öğrenmenin öğrencilerin akademik başarı ve tutumlarına ne derece etki ettiğine yönelik genel bir görüşe ulaşılmak amaçlanmıştır. Bu doğrultuda 49 çalışma kullanılmış olup; akademik başarı değişkeni üzerindeki etki büyüklüğü 0, 913 (geniş düzeyde), tutum değişkeni üzerindeki etki

büyüklüğü ise 0,540 (orta düzey) olarak hesaplanmıştır. Sonuç itibariyle oyun temelli öğrenme, öğrencilerin hem akademik başarılarına hem de tutumlarına olumlu yönde etki ettiği bulgusuna ulaşılmıştır.

İleri (2019) "Fen Bilimlerinde İşbirlikli Öğrenme Yaklaşımı'nın Akademik Başarıya Etkisinin İncelenmesi: Bir Meta-Analiz Çalışması" adlı yüksek lisans tezi çalışmasında, İşbirlikli Öğrenme Yaklaşımının öğrencilerin akademik başarılarını ne derece etkilediği hususunda genel bir görüşe ulaşılmak istenmiştir. Bu bağlamda 104 çalışma meta analize dahil edilmiş olup; söz konusu yaklaşımın öğrencilerin akademik başarısı üzerinde pozitif ve güçlü düzeyde bir etkiye (d=1.048) sahip olduğunu sonucuna ulaşılmıştır.

Alemli (2019) "Fen Eğitiminde Araştırma Sorgulama Temelli Öğrenme Yaklaşımının Etkililiğinin Meta Analiz Yöntemiyle İncelenmesi" konulu yüksek lisans tez çalışmasında, meta analiz yöntemi kullanılarak fen eğitiminde söz konusu yaklaşımın çeşitli değişkenler bakımından etkililiğinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Belirlenen ölçütlere uyan 36 çalışma meta analize dahil edilmiş olup, akademik başarıya yönelik genel etki büyüklüğünün rastgele etkiler modeline göre 1.247 (güçlü düzeyde), bilimsel süreç becerilerine yönelik genel etki büyüklüğünün rastgele etkiler modeline göre 0.482 (küçük düzey), kavramsal anlama becerilerine yönelik genel etki büyüklüğünün rastgele etkiler modeline göre 0,570 (orta düzey) ve tutuma ilişkin genel etki büyüklüğünün rastgele etkiler modeline göre 0,469 (küçük düzey) olarak hesaplanmıştır. Çalışma sonunda Araştırma Sorgulama Temelli Öğrenme yaklaşımının fen eğitiminde, meta analiz ile akademik başarı, bilimsel süreç becerileri, kavramsal anlama ve tutum değişkenlerine pozitif yönde etkili olduğu tespit edilmiştir.

Kural (2020) "Çoklu Zekâ Kuramına Dayalı Fen Öğretiminin Akademik Başarıya Ve Derse Yönelik Tutuma Etkisi: Bir Meta-Analiz Çalışması" adlı yüksek lisans tez çalışmasında meta analiz yoluyla çoklu zeka kuramına dayalı öğrenmenin öğrencilerin fen akademik başarısına ve fen dersine yönelik tutumuna etkisi hususunda genel bir görüşe ulaşılması hedeflenmiştir. Bu doğrultuda 69 çalışma meta analize dahil edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre akademik başarı üzerindeki etki büyüklüğü 1,024 (geniş düzey), tutum değişkeni üzerindeki etki büyüklüğü 1,978 (geniş düzey) olarak hesaplanmıştır. Sonuç olarak çoklu zekâ kuramına dayalı öğrenme, öğrencilerin hem dersteki akademik başarılarına hem de tutumlarına olumlu yönde etki ettiği bulgusuna ulaşılmaktadır.

2.3.4 Meta Analiz İle İlgili Yurtdışında Yapılan Çalışmalar

Williams (2004), uzaktan eğitimin öğrenci başarılarına etkisi ve uzaktan eğitim programlarından memnuniyeti incelemiştir. Bu bağlamda uzaktan eğitim derslerinin ve öğrenme uygulamalarının etkililiğini ortaya koyacak özelliklerin belirlenmesi hedeflenmiştir. 1990-2003 yılları arasında yayımlanan 25 çalışma, araştırma kapsamına alınmıştır. Belirlenen uzaktan eğitim çalışmalarından toplam 48 adet etki büyüklüğü verisi bulunmuş olup; bunlardan 34 tanesi akademik başarı, 14 tanesi öğrenci memnuniyetiyle alakalıdır. Çalışma neticesinde, uzaktan eğitimin sağlık eğitiminde, geleneksel öğretime göre önemsiz düzeyde etkili olduğu ortaya çıkmış, öğrencilerin uzaktan eğitim konusunda memnuniyet düzeyinin de oldukça düşük olduğu tespit edilmiştir.

Dexter, Park ve Hughes (2011) yaptıkları araştırmada, meta analiz yöntemini kullanarak, öğrenme güçlüğü yaşayan ortaöğretim öğrencilerinin, grafik düzenleyicileri ile öğrenmelerini konu alan çalışmaları analiz etmeyi hedeflemektedir. Bu bağlamda yapılan literatür taraması neticesinde belirlenen ölçütlere göre deneysel ve yarı deneysel çalışmalar meta analiz kapsamına alınmıştır. 271 katılımcının yer aldığı altı çalışmadan 23 adet standartlaştırılmış ortalama etki büyüklüğü çıkarılmıştır. Bulgular, grafik düzenleyicilerin kullanımının artan kelime dağarcığı ile ilişkili olduğunu belirtmiştir.

Therrien, Taylor, Hosp, Kaldenberg ve Gorsh (2011) araştırmalarında, meta analiz yöntemiyle fen bilimleri dersindeki öğretim stratejilerinin öğrenme güçlüğü olan öğrencilere etkililiğini belirlemeyi hedeflemektedir. Bu bağlamda araştırma kapsamına alınan 12 çalışmanın etki büyüklükleri hesaplanmış ve tüm çalışmaların öğrenme güçlüğü olan öğrenciler fen başarısı üzerinde orta düzeyde bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Bulgular ışığında ayrıca, sorgulamaya dayalı öğretimin özel ihtiyaçları olan öğrenciler açısından geçmiş incelemeleriyle de uyum gösterdiği tespit edilmiş, hatırlamayı sağlayıcı öğretimin, öğrenme konusunda zorluk yaşayan öğrencilerin fen bilgilerini edinmelerini kalıcılığı sağlamada etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Becker ve Park (2011), yapmış oldukları meta analiz çalışması kapsamında entegre STEM uygulamalarının yapıldığı çalışmaları inceleyip, dahil edilme kriterlerine uyan 28 çalışmayı ele almışlardır. Entegre edilmiş STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarısını arttırdığını ve öğrenmelerini olumlu yönde etkilediğini ortaya çıkarmışlardır.

Kim, Belland ve Walker (2018) meta analiz çalışmalarında, bilgisayar tabanlı öğrenme ile desteklenen STEM eğitiminin öğrencilerin üst düzey becerilerini geliştirmede çok önemli bir rol üstlendiği sonucuna ulaşmışlardır. (Kim, Belland, & Walker, 2018)

3. YÖNTEM

3.1 Araştırmanın Modeli

Günümüzde yapılan çalışmaların hızla çoğalması nedeniyle, tecrübeli uzmanlar dahi bu çalışmaları takip etmekte zorlanmaktadır. Bu nedenle; bilgilerin anlaşılmasına yardımcı olmak, birden fazla çalışmanın sonuçlarını bir araya getirerek genel bir kanıya varma ve verilerin nicel olarak analiz edilebilmesini sağlamak amacıyla meta analiz yöntemi geliştirilmiştir (Walker, Hernandez ve Kattan, 2008). Meta analiz, hakkında literatürde çokça tanıma ulaşılmaktadır. Meta analiz; belirli bir amaca veya konuya yönelik yapılan araştırmaları bir bütün olarak değerlendirerek bu çalışmaların sonuçlarından bir genellemeye ulaşmak için kullanılan bir yöntemdir (Büyüköztürk, Kılıç Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2016). Meta analiz, bilimsel araştırmada bir literatür tarama yöntemi olarak ifade edilmektedir. Diğer literatür tarama yöntemlerinden farkı , araştırma bulgularının bir araya getirilip bütünleştirilmesinde ve analizinde istatistiksel yöntemleri temel almasıdır (Durlak, 1995). Meta analiz, bireysel çalışmalardan elde edilen deneysel bulguların birleştirilmesi, sentezlenmesi ve yorumlanması amacıyla kullanılan istatistiksel prosedürler uygulamasıdır (Wolf, 1986). Meta analiz, kısaca diğer analizlerin analizidir. Diğer çalışmaların sonuçlarını tutarlı ve uyumlu bir şekilde bir araya getirir (Cohen ve Manion, 2001).

Sistematik incelemelerin alt kümesi olarak meta analiz; istatistiksel gücü daha yüksek olan tek bir sonuç elde etmek için birkaç seçilmiş çalışmadan elde edilen niteliksel ve niceliksel çalışma verilerini sistematik olarak birleştiren bir yöntemdir (Elsayir, 2015). Bu yöntemle; farklı zamanlarda, farklı yerlerde ve farklı örneklem gruplarıyla yapılmış bireysel çalışmalar birleştirilip daha genel, daha güvenli ve daha geçerli sonuçlara ulaşılabilir. Bu sonuç, artan sayıda denek, herhangi bir konudaki çeşitlilik veya biriken etki ve sonuçlar nedeniyle herhangi bir tek araştırmanın analizinden istatistiksel olarak daha güçlüdür. Bunu sağlayabilmek için, meta analiz çalışması kapsamına alınacak olan araştırmaların istatistik bulgular içermesi gerekmektedir.

Birçok çalışma, araştırma ve uygulamada önemli bir role sahiptir. Her geçen gün artan yeni bilgi miktarı göz önünde bulundurulduğunda bu yöntemin kullanımı ve değeri muhtemelen artacaktır. Bunun sağlanabilmesi için: değişkenlerin, sonuçların ve hedeflerin iyi tanımlanmış olması; uygun ve iyi belgelendirilmiş çalışmalara ulaşılması; araştırmanın

belirlenmesi ve seçilmesinde önyargı ve yanlılığın değerlendirilmesi, heterojenliğin belirlenmesi ve duyarlı bir analizin yapılması gerekmektedir (Rosenthal ve Dimatteo, 2001).

Meta analiz; çelişkili sonuçlara sahip olan çalışmalarda istatistiksel önemi sağlamak, etki büyüklüğünün daha doğru bir tahminini geliştirmek için kullanılabilir. Zararların, güvenlik verilerinin ve kazançların daha karmaşık bir analizini yapmak ve istatistiksel olarak anlamlı olmayan alt grupları incelemek, istatistiksel gücü arttırmak, etki boyutunun tahminlerini iyileştirmek ve daha önce bileşen çalışmalarında ortaya çıkmayan yeni soruları cevaplamak gibi birçok amaçla da kullanılabilir (Hoffman, 2015). Sacks ve arkadaşları (1987)'na göre meta analizin dört temel amacından söz edilebilmektedir:

- Örneklem büyüklüğünü arttırarak analizlerdeki anlamlılığın da artmasını sağlamak,
- Farklı sonuçlara ulaşılmış çalışmalarda, belirsiz olan durumu ve çelişkiyi açıklığa kavuşturmak,
- Etki büyüklüğü ile ilgili daha sağlam ve daha kesin sonuçlara ulaşılmasını sağlamak,
- Araştırmalarda gözden kaçmış, akla gelmemiş olan sorulara ulaşmak ve cevaplarını verebilmek.

Her çalışmada olduğu gibi meta analizi yaparken de çalışmanın sağlıklı yürütülebilmesi, planlı bir şekilde gerekli bütün adımları gözden geçirerek bir sıra halinde yapılabilmesi için izlenmesi gereken bazı adımlar vardır. Belirlenen adımların takip edilmesi halinde daha az zaman harcayarak daha fazla yol alınabilir. Bu amaçla, Boslaugh (2013)'a göre meta analizi yaparken izlenmesi gereken basamaklar:

- **Problemin Tanımlanması**

Her bilimsel çalışmada olduğu gibi meta analizde de ele alınacak konuyu belirlemek ve uygun bir problemi tanımlamak çok önemlidir. Meta analize sadece iki çalışmanın dâhil edilmesi bile meta analiz yapılabilmesini sağlarken, güvenirliği düşürüp sağlıksız sonuçlar elde edilmesine neden olacaktır. Bu nedenle konuyu ve problemi belirlerken fazla çalışılmış bir konu olmasına dikkat etmek, çalışmadan elde edilen sonuçların güvenirliğini arttıracaktır.

- **Meta Analize Dâhil Etme Ölçütlerini Belirleme**

Meta analize dahil edilme ölçütlerinin belirlenmesi çok büyük önem taşımaktadır. Konuyla ilgili dahil edilmeyen çalışmaların neden dahil edilmediğiyle ilgili bilginin

araştırmacıda var olması gerekmektedir. Çünkü dahil edilen çalışmaların çokluğu bir yandan kodlamayı zorlaştırıp analiz esnasında araştırmacıya problem yaratabileceği gibi, çalışmanın güvenirliğini arttırarak araştırmacıya avantaj da sağlayabilir. Bu nedenle, araştırmacının belirli bir zaman dilimi, belirli veri tabanları, belirli anahtar kelimeler, deneysel çalışmalar, bireysel çalışmalara ait bulgular ve belirli yayın türleri gibi ölçütler belirlemesi gerekmektedir (Dinçer, 2021).

- **Bireysel Çalışmaları Toplama**

Belirlenen konuyla ilgili geniş çaplı bir alan yazın taraması yapılmalı ve dahil edilme kriterleri kapsamında mümkün olduğunca fazla çalışmaya ulaşılmalıdır.

- **Bireysel Çalışmaların Kodlanması**

Elde edilen bütün çalışmaların kodlanması araştırmacıya kolaylık sağlar ve bir bakıma zaman kaybını önler. Çalışmaların yayınlandığı yıl, yazar adı ve soyadı, konu, ait olduğu ülke, elde edilen bulgular ve gerekli görülen diğer alt başlıklara da yer verilerek bulunan bireysel çalışmalar özetlenir.

- **Çalışmaların Bulgularını Birleştirme**

Meta analiz yönteminde uygun analiz programları kullanılarak bireysel çalışmaların bulguları birleştirilir ve bir sonuca ulaşılır.

- **Bulguların İlişkisini Kurma**

Analiz sonucunda elde edilen bulgular doğrultusunda alt problemlere ait sonuçlara da ulaşılarak bulguların ilişkisi kurulur.

- **Meta analizin bulgularını rapor etme**

Son aşamada, bulgular rapor edilerek meta analiz çalışması hazır hale getirilir (Boslaugh, 2013).

3.1.1. Meta Analiz ve Tarihsel Gelişimi

Geçmiş senelerde yapılan çalışma sayısının günümüze oranla çok az olması nedeniyle meta analiz yöntemine duyulan ilgi ve ihtiyaç yeterli düzeyde olmamaktaydı. Ancak günümüzde birçok alanda aynı konu üzerinde yapılan çalışmaların sayısının yükselmesiyle birlikte meta analiz yöntemi bir ihtiyaç haline gelmiştir. Bu yöntem, Karl Pearson tarafından 1904 senesinde tifo aşısıyla ölüm oranı arasındaki ilişkiyi inceleyen birbirinden farklı 5 çalışmayı analiz etmesiyle literatüre kazandırılmıştır (Lipsey ve Wilson, 2001). Daha önce yapılan birden fazla çalışma bulgularının sentezlenerek bir sonuca varıldığı çalışmalara "meta analiz" adını ilk olarak 1976 yılında Glass vermiştir

(Akgöz, Ercan ve Kan, 2004). Çalışma sonuçlarını birleştirmenin nicel sonuçları ilk kez 1930'lu yılların başlarında tanınmış; 1970'li yıllarda meta analiz yöntemine olan ilgi ve ihtiyaç büyümeye başlamış ve özellikle sağlık alanında ilk uygulamalar görünmeye başlanmıştır. Schmidt ve Hunter (1977) psikoloji alanında çalışma yaparak sosyal bilimlerde meta analiz kullanımına katkı sağlamışlardır. Daha sonra 1980'li yıllarda Peto ve arkadaşlarının yoğun çalışmaları neticesinde gelişmiş ve bu yöntem detaylı tanımlanmaya başlanmıştır. Sağlık alanından başlayan meta analiz günümüzde sosyal bilimler, eğitim bilimleri arasında da yaygın bir şekilde kullanılır hale gelmiştir (Radin ve Nelson, 2003).

3.1.2 Meta Analiz Türleri

Durlak (1995) meta analizi Grup Karşılaştırma ve Korelasyonel Meta analiz şeklinde iki grup altında incelemiştir. Bu iki kategori de kendi içinde alt kategorilere ayrılmaktadır.

3.1.2.1 Grup Karşılaştırma

a. İşlem Etkiliği (Treatment effectiveness) Meta Analizi

İşlem etkililiği meta analizi işlem etkisini ve bu etkilerin birbirleriyle olan ilişkilerini; öznenin doğası, yapılan işlemin miktarı ve özel işlemin şekli parametreleri açısından özetler. Bu tür meta analiz standartlaştırılmış etki büyüklüklerini kullanır ve "d" veya "g" harfiyle gösterilir. Deney ile kontrol grupları ortalamaları arasındaki farkın toplam standart sapmaya bölünmesi ile bulunur (Topan, 2013). Kullanım amacı daha çok birden fazla çalışmada kullanılan bağımsız değişken verilerinin ortak bir ölçü birimine çevrilerek, etki büyüklüklerinin karşılaştırılmasıdır (Demiray,2013).

b. Grup Farklılığı Meta Analizi

Daha çok kız-erkek gibi doğal olarak ortaya çıkan gruplarda gruplar arası ortalama farkını belirtmek maksadıyla standartlaştırılmış etki büyüklüğünü (standardized effect size) kullanır (Durlak, 1995).

3.1.2.2 Korelasyonel Meta Analiz

a. Test Geçerliği Meta Analizi

Test geçerliği, bir ölçüt değişkeni ile bir ölçü arasındaki korelasyon ile ilgilenir (Camnalbur, 2008). Genel olarak ölçümlerin psikometrik geçerliliğini ortaya çıkarmak kadar, endüstriyel ve örgütsel psikolojide de kullanılır (Durlak, 1995).

b. Değişken Kovaryans Meta Analizi

Bu meta analiz türü birden fazla değişkenin kovaryansı ile ilgilenir. (Durlak, 1995).

3.1.3 Meta Analiz Yönteminde Kullanılan İstatistiksel Modeller

Meta analiz yönteminde Sabit Etki ve Rastgele Etkiler modeli olmak üzere iki istatistiksel model kullanılmaktadır (Gözüyeşil, 2012).

3.1.3.1 Sabit Etkiler Modeli (Fixed Effect Model)

Bu model, incelenen bütün çalışmaların benzer olduğu ve ortak bir tek etki büyüklüğü hesaplanmasının olduğu durumlarda kullanılabilecek bir modeldir. Çalışmalar arasındaki etki büyüklükleri arasında ciddi farklılıklar meydana gelmişse bunun nedeni örnekleme hatasıdır (Borenstein, Hedges, Higgins ve Rothstein, 2013). Bundan ötürü, tek bir etki büyüklüğünden söz edilebileceği ve standart sapma değerlerinin sıfır olduğu varsayılmaktadır. (Dinçer, 2021; Kaşarcı, 2013).

Yapılan araştırmalar neticesinde ulaşılan verilerin doğruluğu kesin olsa da bütün çalışmaların ayrı ayrı aynı sonuçları vermesi çok zordur. Bu durumun gerçekliğinin denenmesi için homojenlik testi uygulanır. Hassas bir homojenlik testi, Q istatistiksel değeri ve ki-kare ($\chi 2$) örnekleme dağılımı ile hesaplanır (Bernard ve diğerleri, 2004). Bunun sonucunda da varılmak istenen sonuca ulaşılmazsa eldeki veriler bir alt gruba ayrılır ya da gerek çalışma içi gerek çalışmalar arası rastgele etkiler modeli kullanılır (Dinçer, 2021).

3.1.3.2 Rastgele Etkiler Modeli (Random Effects Model)

Sabit etkiler modeli hipotezlerinin sağlanamadığı durumlarda Rastgele etkiler modeli kullanılır. Etki büyüklüğü her bir çalışma için ayrı bir değeri ifade etmektedir. (Borenstein ve diğerleri, 2013). Rastgele etkiler modelinde çalışmalar kendi içerisinde ve

çalışmalar arasında değişimler analiz edildiği için sabit etkiler modeline göre daha çok tercih edilmektedir (Topan, 2013).

3.1.4 Meta Analizde Etki Büyüklüğü

Cohen' in (1988) geliştirdiği etki büyüklüğü meta analizin temelini oluşturmuştur (Topçu, 2009). "Effect size" şeklinde ifade edilen formüllerde adlandırılmış ve yapılan bir uygulamanın denekler üzerindeki etkisi; evrenden seçilen grubun büyüklüğüne direkt bağlı olmadan bağımsız değişkenin sonuç üzerindeki oluşturduğu değişkenliğin seviyesi; topluluk içindeki bir olayın niceliksel ifadesi şeklinde tanımlar yapılmıştır. Burada amaç çalışmalardan toplanan verilerden bir standart oluşturmaktır (Sánchez-Meca, Rosa-Alcázar, Marín-Martínez ve Gómez-Conesa, 2010). Etki büyüklüğü en basit haliyle açıklanacak olursa, yeni bir uygulama yahut yöntem geliştirildiğinde denekler üzerindeki etkisi merak edilir, yeni uygulama ile eski uygulama karşılaştırıldığında pozitif ya da negatif ne kadar fark meydana getirdiği kavramıdır. Bu bağlamda yeni uygulama denenen gurubun ortalamasından mevcut uygulamanın devam ettiği grubun ortalamasının farkını toplam standart sapmaya bölünmesi ile hesaplanır (Yıldırım ve Yıldırım, 2011; Kılıç, 2014; Chien, Chang., ve Chang, 2016). Bazı çalışmaların bulgularında anlamlı fark bulunmadığı ifadesine rastlanırsa uygulanan yöntemin etkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmamalıdır. Buradaki etkinin önemsenecek düzeyde olup olmamasına etki büyüklüğüne bakılarak değerlendirilebilir (Schmidt ve Hunter, 1977; Özsoy ve Özsoy, 2013; Dinçer, 2021). Birçok etki büyüklüğü formülleri bulunsa da eğitim bilimleri için genellikle Cohen' in ve Hedges' in formüleri kullanılır ve bu iki istatistikî işlemden sonra elde edilen değerler de benzer olabilir; farklı olan boyutu ise örneklem büyüklüğünün istatistikteki kullanma biçimidir (Özsoy ve Özsoy, 2013). Cohen's d olarak adlandırılan formül çok küçük örneklemli araştırmalar için tercih edilirken Hedges' g ise daha büyük ölçekli örneklemlerde kullanılması gerektiği belirtilmiştir (Dinçer, 2021).

Etki büyüklüğü sınıflandırmasında alanyazında farklı katsayı sınıflandırmaları aşağıda gösterilmiştir: (Cohen, 1988; Thalheimer ve Cook, 2002)

Cohen (1988)'e göre;

0.20 – 0.49 düzeyde ise küçük (small), 0.50 – 0.79 düzeyde ise orta (medium), 0,8 ve üzeri düzede ise geniş (large) olarak tanımlanır.

Thalheimer ve Cook (2002)'a göre ise;

-0.15 - 0.14 düzeyde önemsiz (negligible), 0,15-0,39 düzeyde düşük (small), 0,40-0,74 düzeyde orta (medium), 0,75-1,09 düzeyde geniş (large), 1,10-1,44 düzeyde çok geniş (very large), 1,45 ve üzeri düzeyde ise mükemmel etkiye sahip olduğu şeklinde yorumlanır.

3.1.5 Meta Analizde Heterojenlik Testi

İstatistik analizlerinde p değeri daha sık kullanılmasına rağmen meta analiz çalışmalarında genellikle daha basit ve yaygın olduğu düşünülen Q değeri kullanılmaktadır (Erdoğan, 2011). Heterojenlik testi, kullanılacak meta analiz modelini (sabit-rastgele etkiler modeli) seçmede belirleyici olmaktadır. Bu bilgiler ışığında *p değeri* 0.05'ten büyükse ya da *Q değeri* X^2 tablosunda *df* (serbestlik derecesi) değerine denk gelen değerden küçükse çalışma homojen kabul edilir ve sabit etkiler modeli kullanılır. Ancak, *p değeri* 0.05'ten küçükse veya *Q değeri* X^2 tablosunda *df* değerine denk gelen değerden büyükse çalışma heterojen kabul edilir ve rastgele etkiler modeli kullanılır (Borenstein vd., 2013).

3.1.6 Meta Analizde Geçerlik Ve Güvenirlik

Akademik çalışmaların birden çok uzman tarafından incelenip değerlendirilmesi güvenilir değerlendirmeler yapmaya ilişkin önemli bir husustur. Analiz kapsamın alınacak çalışmaların geçerliği meta analizin geçerliğiyle doğrudan ilişkilidir. Sonuçların homojenlik ve heterojenliğinin test edilmesi noktasında kodlama ve etki büyüklüğünü hesaplama işlemi önemli bir etkiye sahiptir. Meta analiz yönteminde güvenilir ve geçerli çalışmaların ortaya koyulmasında; araştırma kapsamını alınacak olan çalışmaların dâhil edilme ölçütlerinin belirlenmesinden sonuca kadar olan süreçteki tüm adımlar özenle ve dikkat edilerek atılmalıdır. Parça bütünü etkileyeceği için dâhil olacak bulguların geçerlik analizi yapılmış olması gerekmektedir. Çalışmaların kodlama işleminde Alhija ve Levy'in (2007) geliştirdiği çalışmalara özgü bilgilerin yanında her çalışma için etki büyüklüğü kaydedilmeli ve bunu iki bağımsız araştırmacı tarafından yapılması önerilmektedir (Çarkungöz ve Ediz, 2009; Özsoy ve Özsoy, 2013; Wolf, 1986).

3.1.7 Meta Analizde Yayın Yanlılığı

Meta analizde çalışmaların yayın yanlılığının olmaması büyük derecede önem arz etmektedir. Eğer yayınlanan çalışmaların neticeleri tüm çalışmanın neticelerini

göstermiyorsa yanlılık ortaya çıkmaktadır (Sönmez, 2016). Meta analiz çalışmalarında çalışma kapsamına alınan araştırmaların yanlılık durumu analiz sonuçlarının geçerliliğini tehdit etmektedir (Üstün, 2012). Yayın yanlılığı olmasını önlemek için; sonuca odaklanıp anlamlı fark bulmaya çalışmaktan ziyade, literatür taramasını geniş bir açıyla incelemeli, daha çok çalışma dâhil etmek adına kaliteden ödün verilmemelidir. Bu bağlamda çalışmanın güvenirliliği daha çok sağlanmış olacaktır ve bunu ölçmek içinde huni grafiği " *funnel plot*", huni grafiği incelenmesi sırasında ekle çıkar yöntemi etkinleştirebilir ve Egger regresyon testi kullanılır. Ayrıntılı incelemeler içinse Kendall's istatistikleri ve meta analiz araştırmalarında çalışma gücünü belirlemek için Classic Fail-Safe N analizini kullanılabilir (Dinçer, 2021; Kurnaz, Bozdemir, Altunoğlu ve Ezberci Çevik, 2017).

3.1.8 Meta Analiz Yönteminin Avantajları

Literatür taraması sonucu meta analiz yapılması gereken durumlarda bu yöntemin birçok faydası bulunmaktadır. Bunlar (Topan, 2013):

- Alan yazının detaylı ve derinlemesine özetlenmesine yardımcı olur.
- Küçük örneklemli çalışmalar da değer kazanır.
- Bütün çalışmaların verilerini etki büyüklüklerine dönüştürmek suretiyle, ortak ve genel bir çerçevede değerlendirme fırsatı sunar.
- Basit ve düşük maliyetli bir yöntem olması araştırmalarda göz önünde bulundurulan kıstaslardan bir tanesidir.
- Süreç içerisinde etki büyüklüğünde oluşan gelişim söz konusu alanın tarihsel olgunlaşmasını gözler önüne serer.
- Başka alanyazın tarama yöntemlerinden ayrılan bir boyutu ise nicel verilerden yararlanır ve sonuçlara ulaşıp bu yönde yorumlanarak çıkarımlarda bulunur.
- Sayıca fazla çalışma kapsadığından, duyarlık arttığından istatistiksel kuvvet yükselmiş olur.

3.1.9 Meta Analiz Yönteminin Sınırlılıkları

Meta analiz yöntemine ilişkin Glass, McGaw ve Smith (1981) tarafından bir takım eleştiriler yapılmıştır.

Bu eleştirilerden genel olarak; araştırmalarda değişik ölçme tekniklerinin kullanılması, dolayısıyla araştırma bulgularını etkileyen parametreleri farklı olan

çalışmaların mukayese edilmesinin yersiz olacağı, yöntem açısından kıymetli çalışma bulgularının bütün seviyelerdeki çalışmalar ile bir araya getirilip değerlendirilmesi sonucunda meta analiz bulguları hususunda bir sonuca varmayı olanaksız kılması, meta analizin sadece yayınlanmış çalışmaların bulgularını özetlediğinden yayınlanmamış çalışmaların göz ardı edildiği, aynı çalışma içerisinde elde edilen farklı bulguların meta analize dahil edildiği; halbuki bu bulguların birbirinden bağımsız olmadığı şeklinde ifade edilebilir. (Ergene, 1999).

3.1.10 Meta Analizin Aşamaları

Meta analizin aşamaları başta araştırmanın amaç ve hedeflerinin belirlenmesi, literatür taraması, kodlama, etki büyüklüğünün hesaplanması, istatistiksel model seçimi ve analizlerin yapılması son olarak sonuçlar ve yorumlar olarak sıralanabilir.

a. Araştırmanın Amaç ve Hedeflerinin Belirlenmesi

Meta analizdeki yöntemindeki temel maksat, farklı araştırmalardan derlenen bulgulardan hareketle genel bir neticeye varmaktır. Bu maksat doğrultusunda ilk olarak araştırmanın problemi belirlenerek probleme uygun hipotezler kurulması gerekmektedir (Camnalbur, 2008).

b. Literatür Taraması

Bir meta analiz çalışmasında herhangi bir konu ile alakalı kaynak araştırması yapılırken literatür tarama yöntemlerinin birçoğunun bir arada kullanılması tavsiye edilmektedir. İnternet arama motorları, tez ve veri tabanları, bağımsız yapılan her bir çalışmanın referans listeleri, kütüphaneler veya alan ile ilgili çalışmalar yapan araştırmacılara ulaşarak kaynaklar toparlanabilir (Şahin, 2005).

c. Çalışmaların Kodlanması

Meta analiz kapsamına alınacak çalışmaların betimsel bilgilerini nicel verilere dönüştürmek için her bir çalışmanın kodlanması gerekmektedir. Kodlama yöntemleri çeşitli olduğundan araştırmacılar kendilerinin geliştirdiği kodlama yöntemini de kullanabilir. Süreç içerisinde göz önünde bulundurulması gereken önemli hususlardan biri çalışmada kullanılacak araştırmaların tümünde bulundan verileri kapsayabilecek şekilde genel ve çalışmaların emsalsiz özelliklerini gösterebilecek kadar özel bir kodlama sisteminin oluşturulmasıdır (Şahin,2005).

d. Etki Büyüklüklerinin Hesaplanması

Etki büyüklüğü, bir çalışmadaki ilişki kuvveti ve yönünün hesaplanmasında kullanılan bir değer olarak ifade edilmektedir. 1988 yılında Cohen tarafından geliştirilen bu unsur meta analizin kalbi olarak tanımlanmaktadır (Kaşarcı, 2013).

e. İstatistiksel Model Seçimi ve Analizlerin Yapılması

Kodlama işleminden sonra hesaplanan etki büyüklüklerinin akabinde çalışmaların istatistiksel olarak harmanlanması gerekmektedir. Araştırma sonuçlarına ilişkin istatistiksel modelin belirlenmesi değişebileceğinden, güvenilir sonuçlar elde etmek ve genel bir yargıya ulaşmak yönünden model seçimi büyük önem arz etmektedir. Kullanılacak bu model, istatistiksel analizin ne şekilde yapılacağı ve alınan sonuçların ne şekilde yorumlanacağını da etkilemektedir (Camnalbur, 2008).

f. Sonuçlar ve Yorumlar

Sözü edilen işlemler sırası ile uygulandıktan sonra meta analiz çalışmaları yorumlanarak rapor haline getirilir.

3.2 Verilerin Toplanması

Konusu STEM yaklaşımının akademik başarıya, bilimsel süreç becerilerine ve fen dersine yönelik tutuma etkisi olan bu meta analiz çalışmasında, araştırmaya dahil edilen çalışmaların saptanması için Yüksek Öğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanında araştırma konusu ile ilgili olarak yayımlanmış tezlerin taraması gerçekleştirilmiştir. Taramalar sonucu elde edilen çalışmalar incelendiğinde analize dahil edilmek üzere tez çalışmaları tercih edilerek kodlamalar yapılmıştır. Çalışmaların bazıları deneysel çalışma olmadığı için bazıları da analiz yapmak için yeterli veriyi içermediğinden analize dahil edilememiştir. Sonuç olarak STEM yaklaşımının akademik başarı, bilimsel süreç becerilerine ve fene yönelik tutumuna etkisini konu alan meta analiz çalışmasının örneklemini 34 adet akademik başarı, 8 adet bilimsel süreç becerileri ve 10 adet tutum çalışması oluşturmaktadır.

3.2.1 Çalışma Seçiminde Bağlı Kalınan Ölçütler

Çalışma seçiminde bağlı kalınan ölçütler, dahil edilme ve hariç tutulma ölçütleri şeklinde iki başlık altında incelenmiştir.

3.2.1.1 Dâhil Edilme Ölçütleri

Ulusal Tez Merkezinde yayın izni verilmiş tezlerde fen eğitiminde STEM yaklaşımının akademik başarıya, bilimsel süreç becerilerine ve derse yönelik tutuma etkisini araştıran, etki büyüklüğü hesaplanması için yeterli veri (grupların örneklem büyüklükleri, ortalamaları ve standart sapmaları) içeren, deneysel ve yarı deneysel çalışmalar analiz kapsamına alınmıştır. Bunun dışında çalışmaya dahil edilen araştırmalar için belirlenen ölçütler şu şekilde sıralanabilir.

- Çalışmanın 2010-2020 yılları arasında yapılmış olması
- Doktora/ Yüksek Lisans tezi olması,
- Gerçek deneysel ve yarı deneysel desenlerde, kontrol gruplu ön test-son test modeli kullanması,
- Örneklem büyüklüğü, ortalama, standart sapma verilerini içermesi,
- Araştırmanın amacı net olarak STEM yaklaşımının öğrenci başarısı/ akademik başarıya, bilimsel süreç becerilerine ve derse yönelik tutuma etkisini araştırmış olması.
- Çalışmaların Türkiye'de gerçekleşmiş olması ve dilinin Türkçe olması dahil edilme kriterleri arasındadır.
- Bazı çalışmalarda deney grubu veya başarı testi birden fazla olduğu için birden fazla veri alınmıştır.

3.2.1.2 Hariç Tutulma Ölçütleri

Bir çalışmanın mevcut araştırmadaki meta analize dahil edilmemesi, çalışmanın araştırma sınırları içerisinde olmamasından veya meta analiz için gerekli istatistiksel verilere sahip olmamasından kaynaklanmaktadır (Lipsey ve Wilson, 2001; Wolf, 1986). Dolayısıyla dahil edilme kriterlerine uygun olmayan çalışmalar, meta analiz için kullanılacak çalışmaların dışında bırakılmıştır.

3.2.2 Çalışmanın Karakteristikleri (Bağımlı Ve Bağımsız Değişkenler)

Bağımlı ve bağımsız değişkenlerde neden sonuç ilişkileri vardır (Büyüköztürk, Kılıç Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2016). Meta analiz çalışmalarında etki büyüklüklerini oluşturmasını sağlayan etki bağımsız değişken, oluşan etki büyüklüğü ise bağımlı değişkendir (Cohen, 1988). Ulaşılan 52 çalışma içerik ve veri yönünden özenle incelenmiştir. Çalışmanın üzerinde etkisi olabileceğini düşünülen karakteristikler bağımsız değişken olarak alınmıştır.

Bağımsız Değişkenler: Genel araştırma probleminde bağımsız değişken öğretim yaklaşımı olarak ifade edilebilir. Akademik başarı yönünden araştırılan tezler için karakteristikler;

- Katılımcıların sınıf seviyesi

Bağımlı Değişkenler:

- Akademik başarı düzeyi etki büyüklüğü
- Bilimsel süreç becerileri etki büyüklüğü
- Fen dersine yönelik tutum düzeyi etki büyüklüğü

3.2.3 Çalışmaların Kodlanması

Meta analiz çalışması ile ilgili araştırmalar toplandıktan sonra dahil edilme kriterlerine uyan çalışmaların, sonraki adımlarda meta analiz çalışmaları arasındaki karşılaştırmalarda kullanılabilmesi için araştırmaların özelliklerini sürekli veya kategorik değişkenlere dönüştürecek bir kodlama yöntemi geliştirilmesi gerekmektedir. Meta analize dahil edilen çalışmalar ile ilgili mümkün olduğunca açık ve detaylı bir kodlama sistemi geliştirilmelidir. Araştırmada kullanılan kodlama sistemi üç bölümden oluşmaktadır. Birinci bölüm *"çalışma kimliği"*dir. Bu bölüm çalışmanın kimliğini tespit etmek amacıyla çalışmanın kimlik numarası, çalışmanın adı, yazarının adı, çalışmanın yapıldığı yıl gibi bilgileri içermektedir. İkinci bölüm *"çalışma içeriği"*dir. Bu bölümde STEM yaklaşımının uygulandığı ders ve öğrenim düzeyi, gibi bilgilere yer verilmiştir. Üçüncü bölüm *"çalışma verileri"*dir. Bu bölümde çalışmalarda deney ve kontrol gruplarından elde edilen örneklem büyüklüğü, ortalamaları ve standart sapma değerleri hakkında bilgiler belirlenmiştir. Çalışmalardaki veriler kodlama formuna uygun olarak işlenmiştir. Bu çalışmada, çalışmanın amacına uygun olarak oluşturulan kodlama formu Ek-1'de verilmiştir. Kodlama formuna göre meta analiz çalışmasına dahil edilen çalışmalar ise Ek-2'de verilmiştir.

3.3 Verilerin Analizi

Çalışmanın analizi iki başlık altında yapılmıştır. İlk olarak betimsel istatistikler yapılmış olup rapor edilmiştir. Ardından meta analiz yöntemi kullanılarak veriler analiz edilmiştir. Analiz yapılırken aynı ölçekten elde edilemeyen aritmetik ortalamaların olduğu durumlarda kullanılan işlem etkililiği tekniği kullanılmıştır (Cohen,1988; Lipsey ve Wilson, 2001). Bu teknik Glass (1977) tarafından geliştirilmiş olup psikoloji, sosyal bilimler ve eğitim bilimlerinde daha çok kullanılmaktadır. Bunun amacı deneysel

çalışmalarda deney ve kontrol grupları ortalamaları arasındaki farkı ortaya koymaktır (Hunter ve Schmidt, 1990). İşlem etkisi meta analizi, "d", "g" veya "ES" sembolleriyle ifade edilen standartlaştırılmış etki büyüklüğünü kullanır. Etki büyüklüğü deney grubu ile kontrol grubu ortalamaları arasındaki farkın toplam standart sapmaya bölünmesi sonucu bulunur. Verilerin analizinde Comprehensive Meta Analysis (CMA) programı kullanılmıştır. CMA programında standart sapma, ortalama ve örneklem büyüklüklerinin veri olarak girildiği format seçilerek analizler yapılmıştır. Analizlerin anlamlılık seviyesi 0,05 olarak belirlenmiştir. Öncelikle meta analize dahil edilme ölçütlerine uyan bireysel çalışmaların etki büyüklükleri hesaplanmıştır. Etki büyüklüklerinin hesaplanmasında hedges's g katsayısı kullanılmıştır. Daha sonra uygulanacak modeli belirlemek üzere heterojenlik testi yapılmıştır. Hem p değerinin anlamlı olması hem de Q değerinin X^2 kritik tablo karşılaştırmasında df değerinin denk geldiği aralıkta daha büyük olması neticesinde çalışmanın heterojen olduğu sonucuna varılarak heterojen çalışmalarda kullanılan rastgele etkiler modeli seçilmiştir. Rastgele etkiler modeline göre genel etki büyüklüğü hesaplanmıştır. Yapılan bu işlemlerden sonra analiz büyük ölçüde tamamlanmıştır. Bir sonraki işlem gerekli grafik ve tabloların hazırlanması sürecidir. Akabinde yapılan meta analizin yayın yanlılığı testi farklı istatistiki yöntemler ile yapılmaktadır. Yayım yanlılığında ilk olarak huni grafiği değerlendirilmesi yapılır. Huni grafiği yorumlaması oldukça öznel bir işlem olduğu için yayın yanlılığı istatistiklerine de ayrıca ihtiyaç duyulmaktadır. Bunlardan biri Rosenthal'ın Korumalı N'i istatistiğidir. Burada Classic fail-safe N istatistiğinde p değerinin alfa değerinden büyük olması için yani anlamlılığın ortadan kaldırılması için etki değeri sıfır olan kaç tane çalışmanın analize dahil edilmesi gerektiğini ifade eder. Buna ayrıca hata koruma sayısı da denilmektedir. Ayrıca Orwin's fail-safe N istatistiği ortalama etki büyüklüğüne bakılarak bu etkiyi sıfır noktasına getirmek için gerekli olan çalışmaların sayısını hesaplar. Yani Rosenthal için kritik değer p değeri iken, Orwin için etki büyüklüğüdür (Dinçer, 2021).

4. BULGULAR

Bu bölümde literatür taraması sonucunda araştırmaya dahil edilen çalışmalara ait betimsel istatistikler ve meta analiz yöntemi ile elde edilen bireysel ve birleştirilmiş etki büyüklüklerine ilişkin bulgulara yer verilmiştir.

Yapılan meta analiz çalışmasındaki temel amaç, fen eğitiminde STEM yaklaşımının öğrencilerin akademik başarıları, bilimsel süre becerileri ve fen dersine yönelik tutumlarının etki büyüklüğünü hesaplamaktır. Bu bağlamda dahil edilme kriterlerine uyan çalışmalar analiz edilmiş olup bu analizlere ilişkin bulgulara yer verilerek yorumlanmıştır.

4.1 Betimleyici İstatistiklere İlişkin Bulgular

Yapılan literatür taraması sonucunda 2010-2020 yılları arasında fen eğitiminde STEM yaklaşımının öğrencilerin akademik başarılarına, bilimsel süreç becerilerine ve fen dersine yönelik tutumlarına etkilerini inceleyen 147 çalışmaya ulaşılmıştır. 52 çalışma yeterli istatistiki veri içerdiğinden ve dahil edilme ölçütlerine uyduğundan araştırma kapsamına alınmıştır.

Tablo 1. Çalışma Kapsamına Alınan Tezlerin Oranları

Yayın Türü	**Ulaşılan Çalışma Sayısı**	**Meta Analize Dahil Edilen Çalışma Sayısı**			**Hariç Tutulan Çalışma Sayısı**			**Dahil Edilen Çalışma Oranları(%)**
		Akademik Başarı	***Bilimel Süreç Becerileri***	***Tutum***	***Akademik Başarı***	***Bilimsel Süreç Becerileri***	***Tutum***	
Yüksek Lisans	130	31	6	9	18	15	51	35,38
Doktora	17	3	2	1	3	2	6	35,29
Toplam	**147**	**34**	**8**	**10**	**21**	**17**	**57**	**35,37**

Tablo 1 İncelendiğinde yapılan literatür taraması sonucunda 130 yüksek lisans tezi ve 17 doktora tezi olmak üzere toplam 147 çalışmaya ulaşılmıştır. Yüksek lisans tezlerin %35,38'i, doktora tezlerinin %35,29'u ve ulaşılan bütün çalışmaların %35,37'si analiz kapsamına alınmıştır.

4.1.1 Birinci Alt Probleme İlişkin Betimleyici İstatistikler

Fen eğitiminde STEM yaklaşımının öğrencilerin akademik başarısı üzerindeki etkisi ile ilgili çalışmalara ilişkin betimleyici istatistikler tablolar halinde verilmiştir.

Tablo 2. Birinci Alt Probleme Ait Tez Frekansları

Yayın Türü	**Frekans (f)**	**Yüzde (%)**
Yüksek Lisans	31	91,17
Doktora	3	8,83
Toplam	**34**	**100**

Meta analiz çalışmasına akademik başarı değişkeni kapsamında dahil edilen 31 (%91,17) yüksek lisans tez çalışması ve 3 (%8,83) doktora çalışması bulunmaktadır. Ayrıca 2 yüksek lisans tezi çalışmasında toplam 5 veri ve 1 doktora tezi çalışmasından 2 veri alınmış olup analize toplamda 34 çalışmadan 39 veri dahil edilmiştir. Bu çalışmalarda toplam örneklem sayısı deney ve kontrol grubu dahil olmak üzere 1962 kişidir.

Tablo 3. Birinci Alt Probleme Ait Tezlerin Yıllara Göre Dağılımı

Yayın Yılı	**Frekans (f)**	**Yüzde (%)**
2010	0	0
2011	0	0
2012	0	0
2013	0	0
2014	1	2,94
2015	0	0
2016	0	0
2017	2	5,88
2018	9	26,47
2019	18	54,94
2020	4	11,77
Toplam	**34**	**100**

Akademik başarı değişkeni kapsamında meta analiz çalışmasına dahil edilen tez çalışmalarının 18 (%54,94) tez çalışması ile en çok 2019 yılında; en az ise 1 (%2,94) tez çalışması ile en az 2014 yılında yapıldığı gözlemlenmektedir.

Tablo 4. Birinci Alt Probleme Ait Tezlerin Sınıf Seviyelerine Göre Dağılımı

Sınıf Düzeyi	**Frekans (f)**	**Yüzde (%)**
4.Sınıf	2	5,88
5.Sınıf	5	14,71
6.Sınıf	9	26,47
7.Sınıf	12	35,29
8.Sınıf	6	17,65
Toplam	**34**	**100**

Yine akademik başarı değişkeni kapsamında meta analize dahil edilen 34 tez çalışmasının 12'si (%35,29) 7. sınıf öğrencileri ile yapılan çalışmalar olduğu göze çarpmaktadır. En az çalışma ise %5,88 oranı ile 2 çalışma yürütülen 4. sınıf düzeyi oluşturmaktadır.

Tablo 5. Birinci Alt Probleme Ait Tezlerin Örneklem Sayılarının Dağılımı

Örneklem Sayısı	**Frekans (f)**	**Yüzde (%)**
1<N<50	19	55,88
50<N	15	44,12
Toplam	**34**	**100**

Araştırmaya dahil edilen fen eğitiminde STEM yaklaşımının öğrencilerin fen derslerindeki akademik başarılarına etkilerini inceleyen 34 tez çalışmasının (deney ve kontrol grubunun örneklem sayıları toplamı) örneklem sayısı 1962'dir. Örneklem sayısının 50 kişiye kadar olduğu çalışmalar %55,88 ile 19 adet tez çalışmasından oluşmuşken iken; örneklem sayısının 50'den fazla olduğu çalışma sayısı ise 15 (%44,12) olarak tespit edilmiştir.

4.1.2 İkinci Alt Probleme İlişkin Betimleyici İstatistikler

Fen eğitiminde STEM yaklaşımının öğrencilerin bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkisi ile ilgili çalışmalara ilişkin betimleyici istatistikler tablolar halinde verilmiştir.

Tablo 6. İkinci Alt Probleme Ait Tez Frekansları

Yayın Türü	**Frekans (f)**	**Yüzde (%)**
Yüksek Lisans	6	75
Doktora	2	25
Toplam	**8**	**100**

Meta analiz çalışmasına bilimsel süreç becerileri değişkeni kapsamında dahil edilen 6 (%75) yüksek lisans tez çalışması ve 2 (%25) doktora tezi çalışması bulunmaktadır. Bu çalışmalarda toplam örneklem sayısı deney ve kontrol grubu dahil olmak üzere 350 kişidir.

Tablo 7. İkinci Alt Probleme Ait Tezlerin Yıllara Göre Dağılımı

Yayın Yılı	**Frekans (f)**	**Yüzde (%)**
2010	0	0
2011	0	0
2012	0	0
2013	0	0
2014	0	0
2015	0	0
2016	0	0
2017	0	0
2018	2	25
2019	5	62,50
2020	1	12,50
Toplam	**8**	**100**

Bilimsel süreç becerileri değişkeni kapsamında meta analiz çalışmasına dahil edilen tez çalışmalarının 5 (%62,50) tez çalışması ile en çok 2019 yılında; en az ise 1 (%12,50) tez çalışması ile en az 2020 yılında yapıldığı gözlemlenmektedir.

Tablo 8. İkinci Alt Probleme Ait Tezlerin Sınıf Seviyelerine Göre Dağılımı

Sınıf Düzeyi	**Frekans (f)**	**Yüzde (%)**
4.Sınıf	1	12,50
5.Sınıf	1	12,50
6.Sınıf	1	12,50
7.Sınıf	4	50
8.Sınıf	1	12,50
Toplam	**8**	**100**

Bilimsel süreç becerileri değişkeni kapsamında meta analize dahil edilen 8 tez çalışmasının 4'ü (%50) 7. sınıf öğrencileri ile yapılan çalışmalar olduğu göze çarpmaktadır. Geriye kalan bütün sınıf seviyelerinde eşit ve 1'er (%12,50) çalışma bulunmaktadır.

Tablo 9. İkinci Alt Probleme Ait Tezlerin Örneklem Sayılarının Dağılımı

Örneklem Sayısı	**Frekans (f)**	**Yüzde (%)**
1<N<50	7	87,50
50<N	1	12,50
Toplam	**8**	**100**

Araştırmaya dahil edilen STEM yaklaşımının öğrencilerin fen derslerindeki bilimsel süreç becerilerine etkilerini inceleyen 8 tez çalışmasının (deney ve kontrol grubunun örneklem sayıları toplamı) örneklem sayısı 350'dir. Örneklem sayısının 50 kişiye kadar olduğu çalışmalar %87,50 ile 7 adet tez çalışmasından oluşmuşken iken; örneklem sayısının 50'den fazla olduğu çalışma sayısı ise 1 (%12,50) olarak tespit edilmiştir

4.1.3 Üçüncü Alt Probleme İlişkin Betimleyici İstatistikler

Fen eğitiminde STEM yaklaşımının öğrencilerin fen dersine yönelik tutumları üzerindeki etkisi ile ilgili çalışmalara ilişkin betimleyici istatistikler tablolar halinde verilmiştir.

Tablo 10. Üçüncü Alt Probleme Ait Tez Frekansları

Yayın Türü	**Frekans (f)**	**Yüzde (%)**
Yüksek Lisans	9	90
Doktora	1	10
Toplam	**10**	**100**

Meta analiz çalışmasına fen dersine yönelik tutum değişkeni kapsamında dahil edilen 9 (%90) yüksek lisans tez çalışması ve 1 (%10) doktora çalışması bulunmaktadır. Bu çalışmalarda toplam örneklem sayısı deney ve kontrol grubu dahil olmak üzere 566 kişidir.

Tablo 11. Üçüncü Alt Probleme Ait Tezlerin Yıllara Göre Dağılımı

Yayın Yılı	**Frekans (f)**	**Yüzde (%)**
2010	0	0
2011	0	0
2012	0	0
2013	0	0
2014	0	0
2015	0	0
2016	0	0
2017	0	0
2018	6	60
2019	3	30
2020	1	10
Toplam	**10**	**100**

Fen dersine yönelik tutum değişkeni kapsamında meta analiz çalışmasına dahil edilen tez çalışmaları, 18 (%60) tez çalışması ile en çok 2018 yılında; en az ise 1 (%10) tez çalışması ile en az 2020 yılında yapıldığı gözlemlenmektedir.

Tablo 12. Üçüncü Alt Probleme Ait Tezlerin Sınıf Seviyelerine Göre Dağılımı

Sınıf Düzeyi	**Frekans (f)**	**Yüzde (%)**
4.Sınıf	1	10
5.Sınıf	0	0
6.Sınıf	0	0
7.Sınıf	8	80
8.Sınıf	1	10
Toplam	**34**	**100**

Fen dersine yönelik tutum değişkeni kapsamında meta analize dahil edilen 10 tez çalışmasının 8'i (%80) 7. sınıf öğrencileri ile yapılan çalışmalar olduğu göze çarpmaktadır. En az çalışma ise %10 oranı ile 1 çalışma yürütülen 4. sınıf düzeyi oluşturmaktadır.

Tablo 13. Üçüncü Alt Probleme Ait Tezlerin Örneklem Sayılarının Dağılımı

Örneklem Sayısı	**Frekans (f)**	**Yüzde (%)**
1<N<50	4	40
50<N	6	60
Toplam	**10**	**100**

Araştırmaya dahil edilen STEM yaklaşımının öğrencilerin fen derslerindeki tutumlarına etkilerini inceleyen 10 tez çalışmasının (deney ve kontrol grubunun örneklem sayıları toplamı) örneklem sayısı 566'dır. Örneklem sayısının 50 kişiye kadar olduğu çalışmalar %40 ile 4 adet tez çalışmasından oluşmuşken iken; örneklem sayısının 50'den fazla olduğu çalışmalar ise 6 (%60) olarak tespit edilmiştir.

4.2 Etki Büyüklüklerine İlişkin Bulgular

Bu bölümde alt problemleri test etmek üzere araştırma kapsamına alınan çalışmalardan alınan verilerin(örneklem sayısı, standart sapma ve aritmetik ortalama)

CMA programı ile bireysel ve genel etki büyüklükleri hesaplanarak; araştırma örneklemindeki çalışmaların yayın yanlılıkları test edilmiştir.

4.2.1 Birinci Alt Problemin Etki Büyüklüklerine İlişkin Bulgular

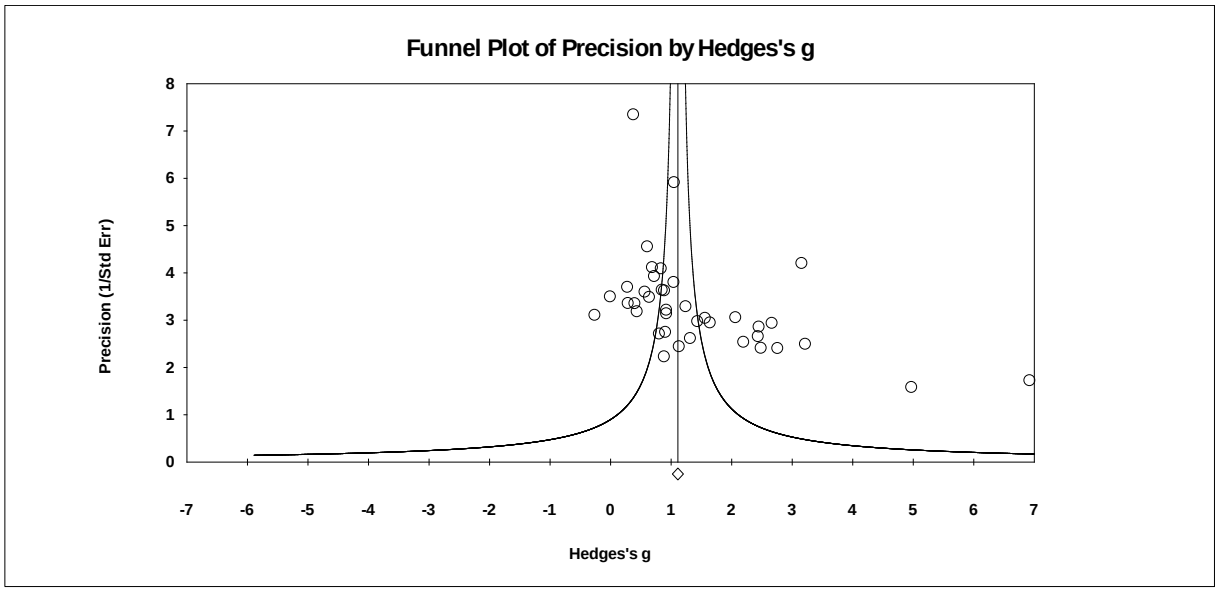
Fen eğitiminde STEM yaklaşımının öğrencilerin akademik başarılarına etkisine ilişkin yapılan meta analiz çalışmasında dahil edilme kriterlerine uyan 34 çalışmadan elde edilen 39 verinin bireysel ve genel etki büyüklükleri hesaplanarak yayın yanlılığı test edilmiştir.

Tablo 14. Birinci Alt Problemin %95 Güven Aralığında Bireysel Etki Büyüklüğüne İlişkin Bulgular

No	***Çalışma Kodu***	***Hedges's g***	***Alt Limit***	***Üst Limit***	***p***
1.	CEYLAN,2014A	0,898	0,355	1,440	0,001
2.	CEYLAN,2014B	0,859	0,318	1,399	0,002
3.	PARLAKAY, 2017	0,732	0,231	1,233	0,004
4.	SARICAN, 2017	0,408	-0,178	0,995	0,172
5.	GAZIBEYOGLU, 2018	0,576	0,029	1,122	0,039
6.	DOGANAY, 2018	2,206	1,429	2,982	0,000
7.	DEDETURK, 2018A	1,060	0,727	1,392	0,000
8.	DEDETURK, 2018B	3,167	2,699	3,635	0,000
9.	KARCI,2018	0,649	0,085	1,213	0,024
10.	NAGAC, 2018	0,298	-0,288	0,884	0,319
11.	ACAR, 2018A	1,446	0,784	2,107	0,000
12.	ACAR, 2018B	1,571	0,924	2,218	0,000
13.	KOCA, 2018	1,326	0,573	2,079	0,001
14.	CALISICI,2018	0,930	0,318	1,542	0,003
15.	HIGDE, 2018	2,768	1,949	3,587	0,000
16.	IRAK, 2019	0,387	0,119	0,654	0,005

17.	NECCAR, 2019	-0,253	-0,886	0,381	0,434
18.	CIMENTEPE, 2019	1,652	0,984	2,320	0,000
19.	OZAN, 2019	0,895	0,010	1,779	0,047
20.	BUYRUK, 2019	0,288	-0,244	0,820	0,289
21.	DOGAN,2019	0,616	0,185	1,048	0,005
22.	CETIN,2019	4,981	3,732	6,230	0,000
23.	SEN, 2019	0,813	0,087	1,539	0,028
24.	KURT, 2019	1,141	0,334	1,947	0,006
25.	AKKAYA 2019	2,495	1,678	3,312	0,000
26.	TASCI, 2019A	3,226	2,436	4,015	0,000
27.	TASCI, 2019B	2,074	1,430	2,718	0,000
28.	TASCI, 2019C	2,460	1,771	3,148	0,000
29.	BUYUKBASTIRMACI, 2019	6,933	5,789	8,078	0,000
30.	SOYSAL, 2019	0,843	0,363	1,324	0,001
31.	BAHSI, 2019	0,915	0,198	1,632	0,012
32.	AYSU, 2019	2,675	2,005	3,345	0,000
33.	OZLEN, 2019	0,003	-0,560	0,565	0,992
34.	KAYABAS, 2019	0,932	0,305	1,559	0,004
35.	IZGI, 2020	1,251	0,653	1,849	0,000
36.	OZASLAN, 2019	0,698	0,220	1,176	0,004
37.	OZTURK, 2020	2,446	1,705	3,188	0,000
38.	GULSEVEN, 2020	1,053	0,535	1,570	0,000
39.	GUVEN, 2020	0,445	-0,173	1,064	0,158

Tablo 14.'te görüldüğü üzere toplam 34 adet çalışmadan elde edilen 39 verinin bireysel etki büyüklüğü, alt-üst limitleri ve p değerleri hesaplanmıştır. Karşılaştırmadaki hedges's değerleri incelendiğinde sadece Neccar (2019) çalışmasında negatif etki büyüklüğü göze çarpmaktadır. Bunun sebebi araştırma sonucunun deney grubunun aleyhine sonuçlanması olarak açıklanabilir. Bunun dışında alt ve üst limitler incelendiğinde en düşük alt limit -0,886; en yüksek üst limit ise 8,078 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 1. Birinci Alt Probleme İlişkin Hedges's Değerine Göre Etki Büyüklüklerinin Dağılım Huni Grafiği

Bireysel etki büyüklüğü hesaplaması yapılan çalışmaların genel etki büyüklüğü hesaplaması yapılması da gerekmektedir. Genel etki büyüklüğü hesaplanmadan önce çalışmaların heterojenlik durumunun kontrol edilmesi büyük önem taşımaktadır. Zira kullanılacak olan modelin seçimi bu basamakta belirlenmektedir. Bu bağlamda Şekil 1'deki bireysel etki büyüklüğü huni grafiğinin yorumlanması gerekmektedir. Huni grafiği incelendiğinde bireysel çalışmalar daire, genel etki düzeyi ise elmas şeklinde gösterilmektedir. Grafikte bireysel çalışmaların eğim çizgileri arasında olması beklenmektedir. Ancak görüldüğü üzere bazı çalışmaların eğim çizgilerinin dışında olduğu görülmektedir. Bireysel çalışmaların çoğunun eğim çizgisi içerisinde yer alması, çalışmanın heterojen bir yapıda olduğu yorumunu vermektedir. Ancak bu yorum tek başına yeterli değildir. Dolayısıyla heterojenlik durumunu objektif bir şekilde yorumlayabilmek için Q ve p değerlerine bakmak gerekmektedir (Dinçer, 2021).

Tablo 15. Birinci Alt Probleme İlişkin Heterojenlik Testi

Heterogeneity				***Tau-squared***			
Q-value	df (Q)	P-value	I-squared	Tau Squared	Standard Error	Variance	Tau
443,651	38,000	0,000	91,435	0,917	0,273	0,075	0,958

Tablo 15 incelendiğinde yapılan heterojenlik testi neticesinde Q değeri 443,651 olarak hesaplanmıştır. Bu değer X^2 tablosunda 38 serbestlik derecesinin %95 anlamlılık düzeyinde kritik değerinin 49,802-55,708 arasında olduğu tespit edilmiştir. Buna göre Q değerinin X^2 tablosundaki kritik değer aralığından (df=38 için X^2=49,802-55,708) yüksek olması meta analiz kapsamına alınan çalışmaların heterojen bir yapıda olduğunu göstermektedir. Heterojenlik testi neticesinde çıkan sonuç anlamlı ise rastgele etkiler modelinin kullanılması gerekmektedir (Dinçer, 2021).

Birinci alt probleme ilişkin meta analiz kapsamına alınan çalışmaların sabit ve rastgele etkiler modellerine ilişkin genel etki büyüklükleri Tablo 16'da verilmiştir.

Tablo 16. Birinci Alt Probleme İlişkin Genel Etki Büyüklükleri

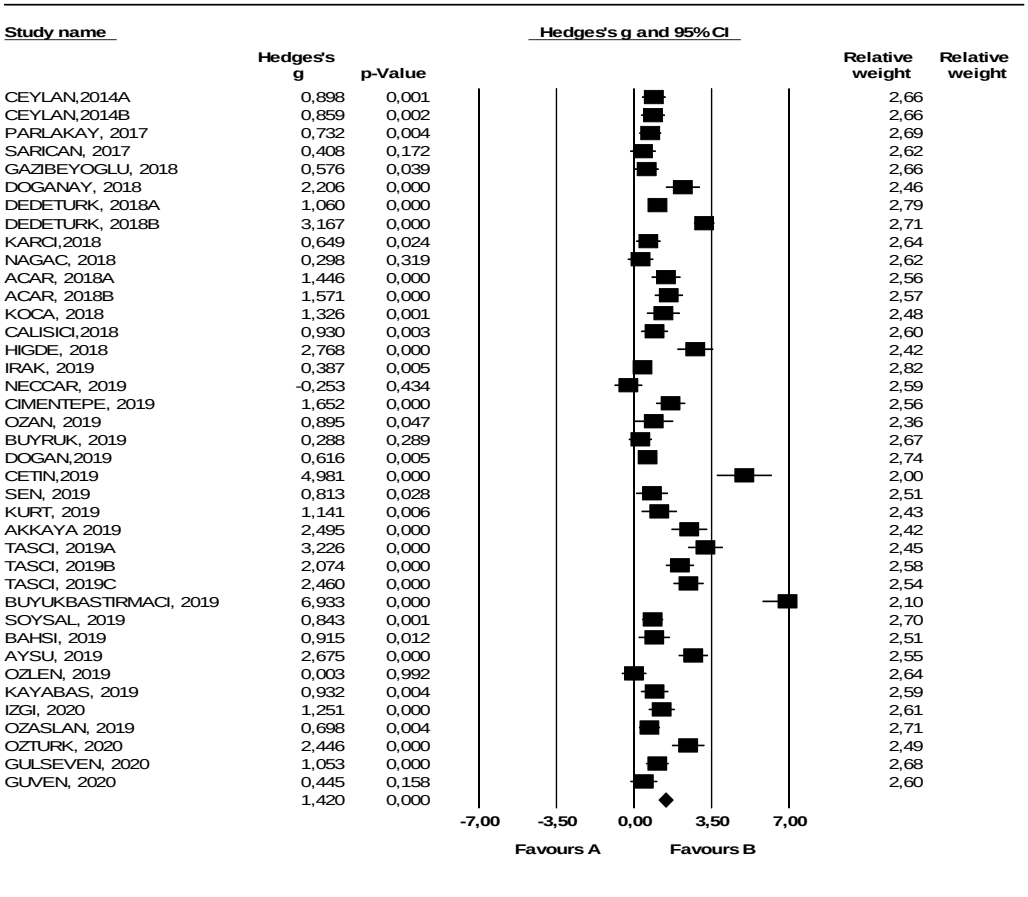
Model	***N***	***Standart Hata***	***Hedges's***	***%95 Güven Aralığı***		***Z-değeri***	***p-değeri***
				Alt Limit	***Üst Limit***		
Sabit(Fixed)	39	0,047	1,112	*1,021*	*1,203*	*23,871*	*0,000*
Rastgele(Random)	39	0,163	1,420	1,101	1,738	8,738	0,000

Genel etki büyüklüğü öncelikle sabit etkiler modeline göre hesaplanmış ve 0,047 standart hata ile 1,112 olarak ölçülmüştür. Fakat meta analiz kapsamına alınan çalışmalardan elde edilen heterojenlik testi neticesinde genel etki büyüklüğünün hesaplanmasında kullanılacak olan model rastgele etkiler modeli olarak seçilmiştir.

Rastgele etkiler modeline ilişkin yapılan analizler neticesinde 0,163 standart hata ile genel etki büyüklüğü değeri 1,420 olarak hesaplanmıştır. Etki büyüklüğünün %95 güven aralığında 1,101 alt ve 1,738 üst limite sahip olduğu görülmektedir. Genel etki büyüklüğünün pozitif değere sahip olması bu etkinin STEM yaklaşımı kullanılan deney

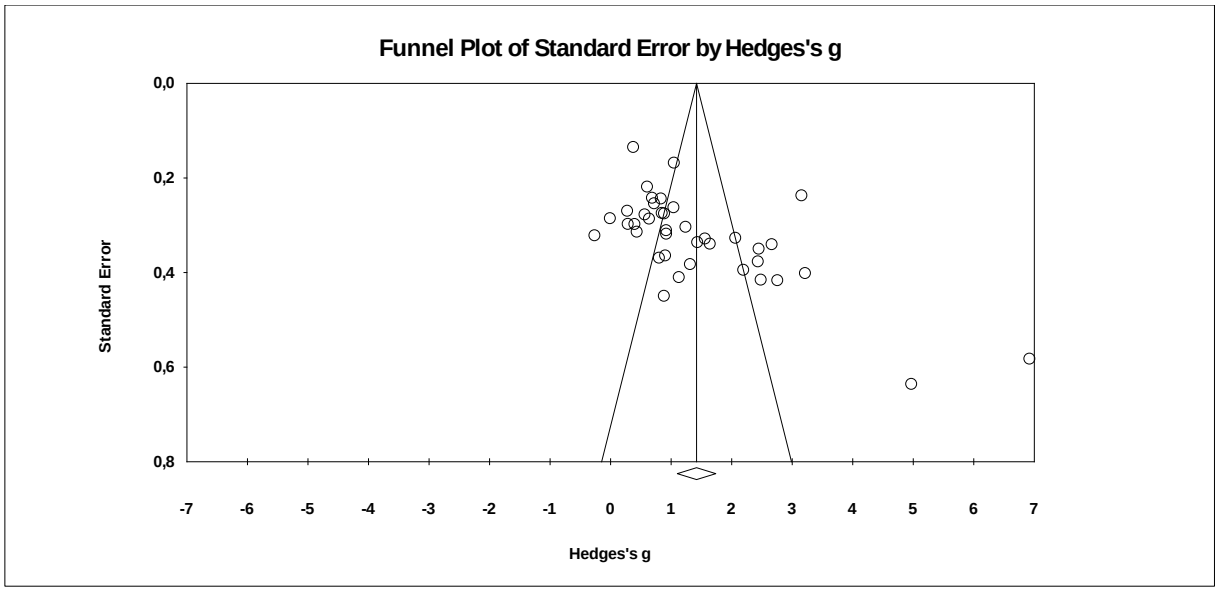
gruplarının lehine olduğunu ifade etmektedir. Ayrıca 8,738 olarak hesaplanan z değerinin, p=0,000 ile istatistiki anlamda anlamlı olduğu belirlenmiştir. P değerinin 0,05 değerinden küçük olması gruplar arasında anlamlı bir farklılık olduğu sonucunu çıkarmaktadır. Bu doğrultuda elde edilen bulgulara göre fen eğitiminde STEM yaklaşımının öğrencilerin akademik başarısını yükseltmesi yönünde olumlu ve geniş düzeyde bir etkiye sahip olduğu yorumu yapılabilir (Dinçer, 2021).

Çalışma kapsamında alınan ve akademik başarıyı inceleyen araştırmaların Hedges's g etki büyüklüklerinin dağılımını ortaya koyan orman grafiği Şekil 2.'de verilmiştir.



Şekil 2. Birinci Alt Probleme İlişkin Çalışmaların Orman Grafiği ve Çalışma Ağırlıkları

Şekil 2 incelendiğinde orman grafiğinde içi dolu kareler olarak temsil edilen kısımlar bireysel etki büyüklüklerini ifade etmektedir. Bu karelerin büyüklükleri örneklem sayıları ile doğru orantılıdır. Ayrıca karelerin içerisinden geçen yatay çizgiler çalışma aralıklarını ifade etmektedir. Orman grafiğinin skalasını etki büyüklüğüne göre değiştirilebilmektedir. Genel olarak etki büyüklükleri değeri 0-1 arasında yoğunlaşmış olsa da, bir çalışmanın etki büyüklüğü 6,933 olarak hesaplandığı için bütün tabloyu gözler önüne sermek maksadıyla skala geniş tutulmuştur (-7,+7). Orman grafiğinde genel etki büyüklüğünü ifade eden eşkenar dörtgenin pozitif ve 1'den büyük bir değer olduğu görülmektedir. Bu da fen eğitiminde STEM yaklaşımının akademik başarı üzerindeki etkisinin geniş olduğunu ifade etmektedir.



Şekil 3. Birinci Alt Probleme İlişkin Çalışmaların Funnel Diyagramı (Yayın Yanlılığı Grafiği)

Yayın yanlığı grafiği incelendiğinde etki büyüklükleri yatay eksende, örneklem büyüklüğü ya da standart hata gibi değerler ise dikey eksende görülmektedir. Grafikte orta kısımda bulunan çizgi genel etki değerini ifade etmektedir. Örneklem sayısı büyük olan çalışmalar genelde grafiğin üst kısmında ve genel etki büyüklüğü çevresinde toplanmaktadır. Örneklem sayısı küçük olan çalışmalar ise genelde huni grafiğinin alt kısmında toplanmaktadır. Yayın yanlılığının olmaması için bireysel çalışmaların hepsinin huni çizgilerinin içerisinde ve simetrik biçimde saçılması beklenmektedir. Huni dışına saçılmış çalışmaların yayım yanlılığına neden olabilmektedir. Ancak Huni grafikleri genelde sübjektif olarak değerlendirildiğinden yayın yanlılığı konusunda diğer yayın yanlılığı istatistiklerine bakmak gerekmektedir (Dinçer, 2021).

Tablo 17. Birinci Alt Probleme İlişkin Classic Fail-Safe N Analizi

Rosenthal'ın Koruma Sayısı Analizi	
Z değeri	26,151
p değeri	0,000
Alfa değeri	0,050
Alfa için Z değeri	1,959
N	39
Araştırmayı geçersiz kılmak için gereken çalışma sayısı	6905

Tablo 17 incelendiğinde yapılan meta analiz çalışmasından elde edilen hata koruma sayısı(fail safe N) Rosenthal'in yöntemine göre 6905 olarak hesaplanmıştır. Bu değer esasen elde edilen p=0,000 anlamlılık değerinin; p>0,05 değerine yükseltilebilmesi yani anlamlılığın ortadan kaldırılabilmesi için etki büyüklüğü değeri "0" olan ve meta analize dahil edilmesi gereken çalışma sayısını ifade etmektedir. Bu bağlamda 39 çalışmanın verilerinden yapılan meta analiz çalışmasından elde edilen bulguların ve anlamlılığın geçersiz sayılabilmesi için 6905 tane anlamlı olmayan çalışmanın meta analize dahil edilmesi gerekmektedir. Bu sayı oldukça yüksek bir sayı olduğundan gerçekleştirilen meta analiz çalışmasının güvenilir ve yayın yanlılığının düşük olduğu şeklinde yorumlanabilir (Dinçer, 2021).

Tablo 18. Birinci Alt Probleme İlişkin Orwin's Fail-Safe N Analizi

Orwin'in Hata Koruma Sayısı Analizi	
Gözlemlenen çalışmalardaki Hedges's g	1,112
Önemsiz bir Hedges's g değeri için ölçüt	0,100
Kayıp Çalışmalar için Ortalama Hedges's g	0,000
Hedges's g değerini 0,1'in altına çekmek için gereken Kayıp Çalışma Sayısı	395

Orwin'in hata koruma sayısı metoduna göre ise mevcut çalışmadan elde edilen ortalama etki büyüklüğü 1,112 olarak hesaplanmış ve çalışmanın etki büyüklüğü değerinin önemsiz bir değere düşürülebilmesi için meta analize dahil edilmesi gereken; etki büyüklüğü değeri "0" olan 395 çalışmanın olması gerekmektedir. Literatürde bu sayıya ulaşmanın oldukça

güç olduğundan bu yöntemde de elde edilen bulgulara göre yapılan meta analiz çalışmasının yayın yanlılığının düşük ve güvenilir olduğu şeklinde yorumlanabilir (Dinçer, 2021).

4.2.1.1 Birinci Alt Problemin Sınıf Düzeyine İlişkin Moderatör Analizi

Bu bölümde sınıf seviyesi açısından fen eğitiminde STEM yaklaşımının öğrencilerin akademik başarısındaki etki büyüklükleri arasında anlamlı bir fark olup olmadığı araştırılmıştır. Bu bağlamda sınıf seviyesi açısından fen eğitiminde STEM yaklaşımının öğrencilerin akademik başarıları açısından etkileri karşılaştırmalı etki büyüklükleri şeklinde belirlenmiştir. Karşılaştırmalar 4., 5., 6., 7., ve 8. sınıf şeklinde gruplandırılmıştır. Çalışmaların sınıf seviyelerine ilişkin bireysel ve genel etki büyüklükleri, %95 güven aralığında alt ve üst limitleri ve p değerleri Tablo 19.'da verilmiştir.

Tablo 19. Sınıf Seviyesi Moderatörüne İlişkin Bireysel ve Genel Etki Büyüklükleri, %95 Güven Aralığında Alt ve Üst Limitleri ve p Değerleri

Sınıf Seviyesi	***Çalışma Kodu***	***Hedges's g***	***Alt Limit***	***Üst Limit***	***p-değeri***
4. Sınıf	ACAR, 2018A	1,446	0,784	2,107	0,000
4. Sınıf	ACAR, 2018B	1,571	0,924	2,218	0,000
4. Sınıf	OZTURK, 2020	2,446	1,705	3,188	0,000
Fixed		1,772	1,380	2,164	0,000
Random		1,798	1,208	2,388	0,000
5. Sınıf	PARLAKAY, 2017	0,732	0,231	1,233	0,004
5. Sınıf	KARCI,2018	0,649	0,085	1,213	0,024
5. Sınıf	IRAK, 2019	0,387	0,119	0,654	0,005
5. Sınıf	OZAN, 2019	0,895	0,010	1,779	0,047
5. Sınıf	GUVEN, 2020	0,445	-0,173	1,064	0,158
Fixed		0,507	0,307	0,707	0,000
Random		0,507	0,307	0,707	0,000

6. Sınıf	SARICAN, 2017	0,408	-0,178	0,995	0,172
6. Sınıf	DEDETURK, 2018A	1,060	0,727	1,392	0,000
6. Sınıf	DEDETURK, 2018B	3,167	2,699	3,635	0,000
6. Sınıf	NAGAC, 2018	0,298	-0,288	0,884	0,319
6. Sınıf	NECCAR, 2019	-0,253	-0,886	0,381	0,434
6. Sınıf	CIMENTEPE, 2019	1,652	0,984	2,320	0,000
6. Sınıf	CETIN,2019	4,981	3,732	6,230	0,000
6. Sınıf	KURT, 2019	1,141	0,334	1,947	0,006
6. Sınıf	AKKAYA 2019	2,495	1,678	3,312	0,000
6. Sınıf	AYSU, 2019	2,675	2,005	3,345	0,000
Fixed		1,457	1,275	1,640	0,000
Random		1,710	0,901	2,519	0,000
7. Sınıf	GAZIBEYOGLU, 2018	0,576	0,029	1,122	0,039
7. Sınıf	DOGANAY, 2018	2,206	1,429	2,982	0,000
7. Sınıf	KOCA, 2018	1,326	0,573	2,079	0,001
7. Sınıf	HIGDE, 2018	2,768	1,949	3,587	0,000
7. Sınıf	BUYRUK, 2019	0,288	-0,244	0,820	0,289
7. Sınıf	DOGAN,2019	0,616	0,185	1,048	0,005
7. Sınıf	SEN, 2019	0,813	0,087	1,539	0,028
7. Sınıf	BUYUKBASTIRMACI, 2019	6,933	5,789	8,078	0,000
7. Sınıf	KAYABAS, 2019	0,932	0,305	1,559	0,004
7. Sınıf	IZGI, 2020	1,251	0,653	1,849	0,000
7. Sınıf	OZASLAN, 2019	0,698	0,220	1,176	0,004
7. Sınıf	GULSEVEN, 2020	1,053	0,535	1,570	0,000

Fixed		1,084	0,910	1,257	0,000
Random		1,534	0,892	2,175	0,000
8. Sınıf	CEYLAN,2014A	0,898	0,355	1,440	0,001
8. Sınıf	CEYLAN,2014B	0,859	0,318	1,399	0,002
8. Sınıf	CALISICI,2018	0,930	0,318	1,542	0,003
8. Sınıf	TASCI, 2019A	3,226	2,436	4,015	0,000
8. Sınıf	TASCI, 2019B	2,074	1,430	2,718	0,000
8. Sınıf	TASCI, 2019C	2,460	1,771	3,148	0,000
8. Sınıf	SOYSAL, 2019	0,843	0,363	1,324	0,001
8. Sınıf	BAHSI, 2019	0,915	0,198	1,632	0,012
8. Sınıf	OZLEN, 2019	0,003	-0,560	0,565	0,992
Fixed		1,169	0,969	1,368	0,000
Random		1,330	0,739	1,921	0,000
Fixed	***Overall***	1,112	1,021	1,203	0,000
Random	***Overall***	0,806	0,637	0,976	0,000

Tablo 19 incelendiğinde sınıf seviyesi moderatörüne ilişkin bireysel ve genel etki büyüklükleri hesaplanmıştır. Nitekim yorumlama yapılabilmesi için grup içi heterojenlik test bulgularının değerlendirilerek model seçimine karar verilmesi gerekmektedir (Dinçer, 2021). Tablo 20.'de sınıf seviyesine ilişkin heterojenlik test bulgularına yer verilmiştir.

Tablo 20. Sınıf Seviyesine İlişkin Heterojenlik Test Bulguları

Sınıf Seviyesi	*N*	*Standart Hata*	*Heterojenlik*				*Genel Etki*	*%95 Güven Aralığı*	
			Q-value	*df (Q)*	*P-value*	*I-squared*		*Alt Limit*	*Üst Limit*
4. Sınıf	3	0,200	4,484	2	0,106	55,399	1,772	1,380	2,164
5. Sınıf	5	0,102	2,573	4	0,632	0,000	0,507	0,307	0,707
6. Sınıf	10	0,093	162,560	9	0,000	94,464	1,457	1,275	1,640
7. Sınıf	12	0,088	145,011	11	0,000	92,414	1,084	0,910	1,257
8. Sınıf	9	0,102	68,724	8	0,000	88,359	1,169	0,969	1,368
Total Wihtin Fixed			383,352	34	0,000				
Total Between Fixed			60,299	4	0,000				
Total Between Mixed			32,237	4	0,000		0,806	0,637	0,976

Tablo 20'deki Çalışmanın sınıf seviyesi moderatörüne ilişkin heterojenlik test bulguları analiz edildiğinde ilk olarak sabit etkiler modelindeki grup içi heterojenlik testinin anlamlılık düzeyi $p<0,05$ olarak hesaplanmıştır. Bunun dışında Q istatistiksel değeri 383,352 ve df serbestlik derecesi 34 bulunmuştur. $\chi 2$ tablosunun df=34 seviyesindeki %95 anlamlılık düzeyindeki kritik değeri 43,773 ile 49,802 değerleri aralığındadır. Heterojenlik testinde hesaplanan Q istatistiksel değeri ($p<0,05$) ile 34 serbestlik derecesindeki ki-kare dağılımında belirlenmiş kritik değerden yüksek çıktığı gözlemlenmiş olup $p<0,05$ olduğundan anlamlıdır. Bu sonuç ışığında çalışmaların kendi içlerinde aynı yaygın etkiye sahip olduğu çıkarılmaktadır. Bununla beraber çalışmalar kendi içlerinde beklenen seviyeden daha yüksek dağılıma sahip oldukları için heterojen oldukları şeklinde yorumlanabilir. Bununla beraber karma etkiler modeline göre gruplar arası (between group) heterojenlik testine göre p değeri hesaplanmıştır. Testin anlamlılık düzeyi $p=0,000$ olarak hesaplanmıştır. Bunun yanında çalışmanın Q istatistiksel değerine bakıldığında 32,237 ve serbestlik derecesi 4 olarak hesaplanmıştır. $\chi 2$ tablosunun %95 anlamlılık düzeyindeki kritik değeri 9,488 düzeyindir. Hesaplanan Q istatistiksel değeri 32,237 ($p<0,05$) ile 4 serbestlik derecesindeki ki-kare dağılımında belirlenmiş kritik değeri aştığı gözlenmiştir. Her iki modele göre de alt gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır. Nitekim gruplar arasındaki varyansın kaynağı araştırıldığı için karma etkiler modeline göre raporlama yapmak gerekmtektedir (Dinçer, 2021). Bu

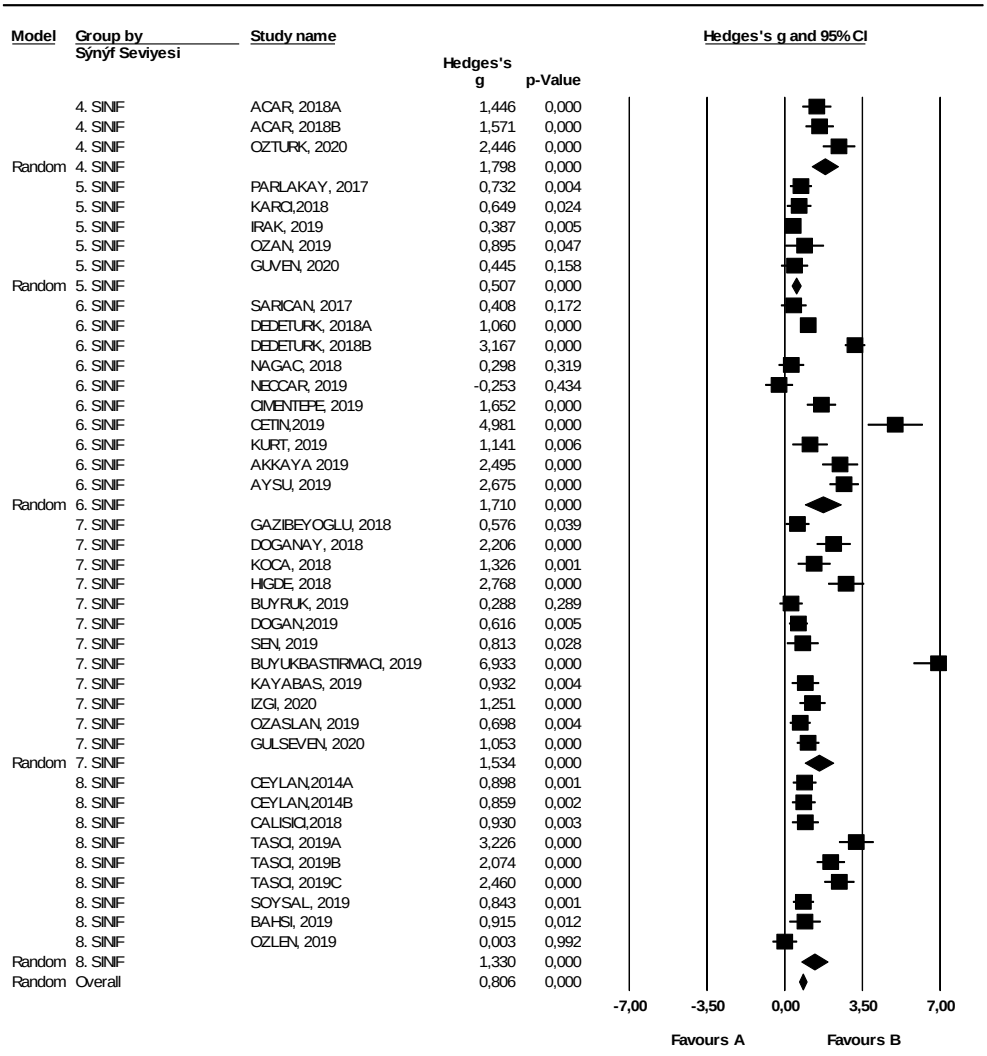
durumda Fen Eğitiminde STEM yaklaşımının öğrencilerin akademik başarı etki büyüklüklerinin oluşturulmuş olan sınıf seviyesi moderatörüne göre anlamlı bir farklılık oluşturduğu ve 4. sınıf seviyesinde yapılan çalışmaların akademik başarının diğer sınıf seviyelerine kıyasla daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Tablo 21'de sınıf seviyesi moderatörüne ilişkin genel etki büyüklükleri verilmiştir.

Tablo 21. Sınıf Düzeyi Moderatörüne İlişkin Rastgele Etkiler Modeli Genel Etki Büyüklükleri

Sınıf Seviyesi	***Çalışma Sayısı***	***Etki Büyüklüğü***	***Alt Limit***	***Üst Limit***	***p-değeri***
4. Sınıf	3	1,798	1,208	2,388	0,000
5. Sınıf	5	0,507	0,307	0,707	0,000
6. Sınıf	10	1,710	0,901	2,519	0,000
7. Sınıf	12	1,534	0,892	2,175	0,000
8. Sınıf	9	1,330	0,739	1,921	0,000
Genel		0,806	0,637	0,976	0,000

Sınıf seviyesine ilişkin moderatörde Rastgele (Random) Etkiler Modeline göre 4. Sınıf seviyesinin etki büyüklüğü en büyük etki büyüklüğüne sahip olup değeri 1,798 olarak hesaplanmıştır. Arkasından 6. Sınıf seviyesi 1,710 büyüklüğündeki etki büyüklüğü ile gelmektedir. Bu değeri 7. Sınıf seviyesinin etki büyüklüğü 1,534 takip etmektedir. Sonrasında etki büyüklükleri 1,330 ve 0,507 olmak üzere 8. ve 5. Sınıf düzeyleri gelmektedir. Cohen (1988)'in skalasına göre 4., 6., 7., ve 8.Sınıf seviyesi etki büyüklüğü değerleri geniş düzeyde etkiyi ifade etmekte iken; 5. Sınıf seviyesi etki büyüklüğü aynı skalaya göre orta düzeyde etki büyüklüğüne karşılık gelmektedir. Thalheimer ve Cook (2002) skalasına göre ise 5. Sınıf seviyesi etki büyüklüğü orta düzeyi geriye kalan sınıf seviyeleri çok geniş düzeyi ifade etmektedir.

Sınıf seviyeleri açısından fen eğitiminde STEM yaklaşımının akademik başarıdaki bireysel etki büyüklükleri incelenen çalışmaların Hedges's g değerine göre %95 Güven Aralığı ve Orman Grafiği Şekil 4.'te verilmiş olup; etki büyüklükleri 6. Sınıf seviyesindeki bir çalışma dışında bütün sınıf seviyelerinde pozitif yönlüdür.



Şekil 4. Sınıf Seviyesi Moderatörüne İlişkin Etki Büyüklükleri Dağılımı ve Orman Grafiği

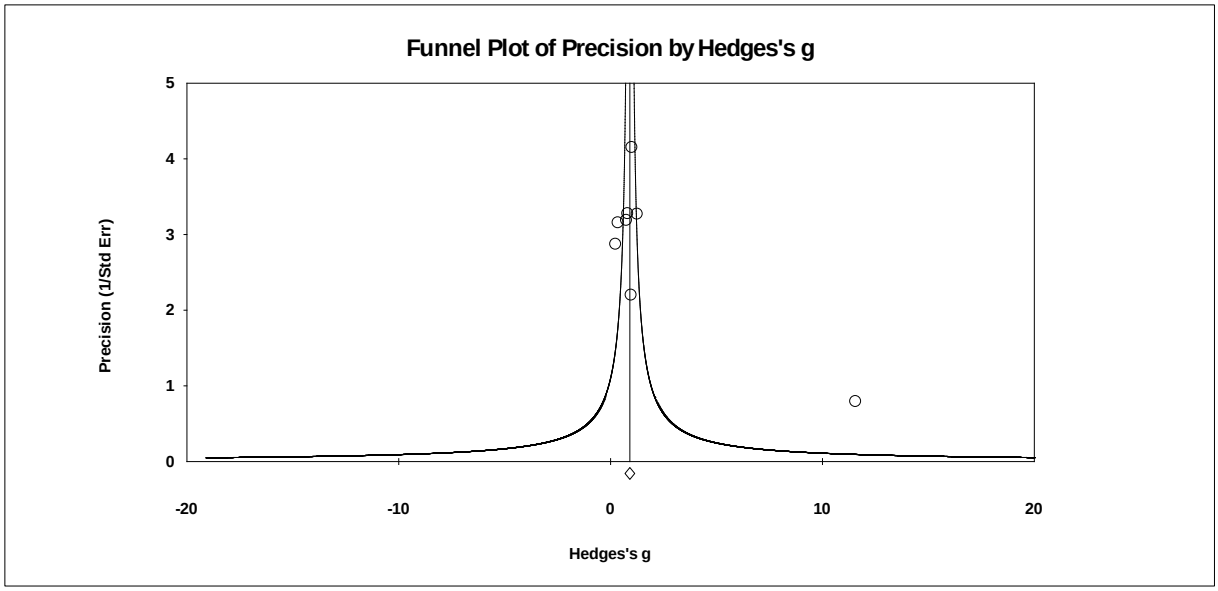
4.2.2 İkinci Alt Problemin Etki Büyüklüklerine İlişkin Bulgular

Fen eğitiminde STEM yaklaşımının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine etkisine ilişkin yapılan meta analiz çalışmasında dahil edilme kriterlerine uyan 8 çalışmadan elde edilen verilerin bireysel ve genel etki büyüklükleri hesaplanarak yayın yanlılığı test edilmiştir.

Tablo 22. İkinci Alt Problemin %95 Güven Aralığında Bireysel Etki Büyüklüğüne İlişkin Bulgular

No	***Çalışma Kodu***	***Hedges's g***	***Alt Limit***	***Üst Limit***	***p***
1	SACAN, 2018	1,023	0,550	1,496	0,000
2	HIGDE, 2018	11,585	9,096	14,074	0,000
3	KAVAK, 2019	0,772	0,156	1,388	0,014
4	CIMENTEPE, 2019	0,828	0,229	1,427	0,007
5	AKIN, 2019	0,373	-0,249	0,996	0,240
6	OZAN, 2019	0,986	0,093	1,880	0,030
7	BAHSI, 2019	0,259	-0,425	0,942	0,458
8	IZGI, 2020	1,278	0,677	1,878	0,000

Tablo 22’de görüldüğü üzere toplam 8 adet çalışmadan elde edilen verilerin bireysel etki büyüklüğü, alt-üst limitleri ve p değerleri hesaplanmıştır. Karşılaştırmadaki hedges’s değerleri incelendiğinde bütün etki büyüklüğü değerlerinin pozitif yönde olduğu görülmektedir. Bunun dışında alt ve üst limitler incelendiğinde en düşük alt limit -0,425 olarak hesaplanırken en yüksek üst limit 14,074 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 5. İkinci Alt Probleme İlişkin Hedges's Değerine Göre Etki Büyüklüklerinin Dağılım Huni Grafiği

Bireysel etki büyüklüğü hesaplaması yapılan çalışmaların genel etki büyüklüğü hesaplaması yapılması da gerekmektedir. Genel etki büyüklüğü hesaplanmadan önce çalışmaların heterojenlik durumunun kontrol edilmesi büyük önem taşımaktadır. Zira kullanılacak olan modelin seçimi bu basamakta belirlenmektedir. Bu bağlamda Şekil 5'teki bireysel etki büyüklüğü huni grafiğinin yorumlanması gerekmektedir. Huni grafiği incelendiğinde bireysel çalışmalar daire, genel etki düzeyi ise elmas şeklinde gösterilmektedir. Grafikte bireysel çalışmaların eğim çizgileri arasında olması beklenmektedir. Ancak görüldüğü üzere bazı çalışmaların eğim çizgilerinin dışında olduğu görülmektedir. Bireysel çalışmaların çoğunun eğim çizgisi içerisinde yer alması, çalışmanın heterojen bir yapıda olduğu yorumunu vermektedir. Ancak bu yorum tek başına yeterli değildir. Dolayısıyla heterojenlik durumunu objektif bir şekilde yorumlayabilmek için Q ve p değerlerine bakmak gerekmektedir (Dinçer, 2021).

Tablo 23. İkinci Alt Probleme İlişkin Heterojenlik Testi

Heterogeneity				***Tau-squared***			
Q-value	df (Q)	P-value	I-squared	Tau Squared	Standard Error	Variance	Tau
78,952	7	0,000	91,134	1,181	0,760	0,577	1,087

Tablo 23 incelendiğinde yapılan heterojenlik testi neticesinde Q değeri 78,952 olarak hesaplanmıştır. Bu değer X^2 tablosunda 7 serbestlik derecesinin %95 anlamlılık düzeyinde kritik değerinin 14,067 olduğu tespit edilmiştir. Buna göre Q değerinin X^2 tablosundaki kritik değerinden (df=7 için X^2=14,067) yüksek olması meta analiz kapsamına alınan çalışmaların heterojen bir yapıda olduğunu göstermektedir. Heterojenlik testi neticesinde çıkan sonuç anlamlı ise rastgele etkiler modelinin kullanılması gerkmeketedir (p<0,05) (Dinçer, 2021).

İkinci alt probleme ilişkin meta analiz kapsamına alınan çalışmaların sabit ve rastgele etkier modelilerine ilişkin genel etki büyüklükleri Tablo 24'te verilmiştir.

Tablo 24. İkinci Alt Probleme İlişkin Genel Etki Büyüklükleri

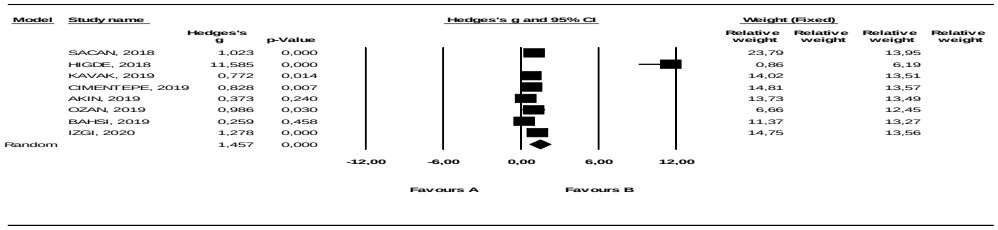
Model	***N***	***Standart Hata***	***Hedges's***	***%95 Güven Aralığı***		***Z-değeri***	***p-değeri***
				Alt Limit	***Üst Limit***		
Sabit(Fixed)	8	0,118	0,909	*0,678*	*1,139*	*7,722*	*0,000*
Rastgele(Random)	8	0,416	1,457	0,642	2,272	3,505	0,000

Genel etki büyüklüğü öncelikle sabit etkiler modeline göre hesaplanmış ve 0,118 standart hata ile 0,909 olarak ölçülmüştür. Fakat meta analiz kapsamına alınan çalışmalardan elde edilen heterojenlik testi neticesinde genel etki büyüklüğünün hesaplanmasında kullanılacak olan model rastgele etkiler modeli olarak seçilmiştir.

Rastgele etkiler modeline ilişkin yapılan analizler neticesinde 0,416 standart hata ile genel etki büyüklüğü değeri 1,457 olarak hesaplanmıştır. Etki büyüklüğünün %95 güven aralığında 0,642 alt ve 2,272 üst limite sahip olduğu görülmektedir. Genel etki büyüklüğünün pozitif değere sahip olması bu etkinin STEM yaklaşımı kullanılan deney gruplarının lehine olduğunu ifade etmektedir. Ayrıca 3,505 olarak hesaplanan z değerinin, p=0,000 ile istatistiki anlamda anlamlı olduğu belirlenmiştir. P değerinin 0,05 değerinden küçük olması gruplar arasında anlamlı bir farklılık olduğu sonucunu çıkarmaktadır. Bu doğrultuda elde edilen bulgulara göre fen eğitiminde STEM yaklaşımının öğrencilerin

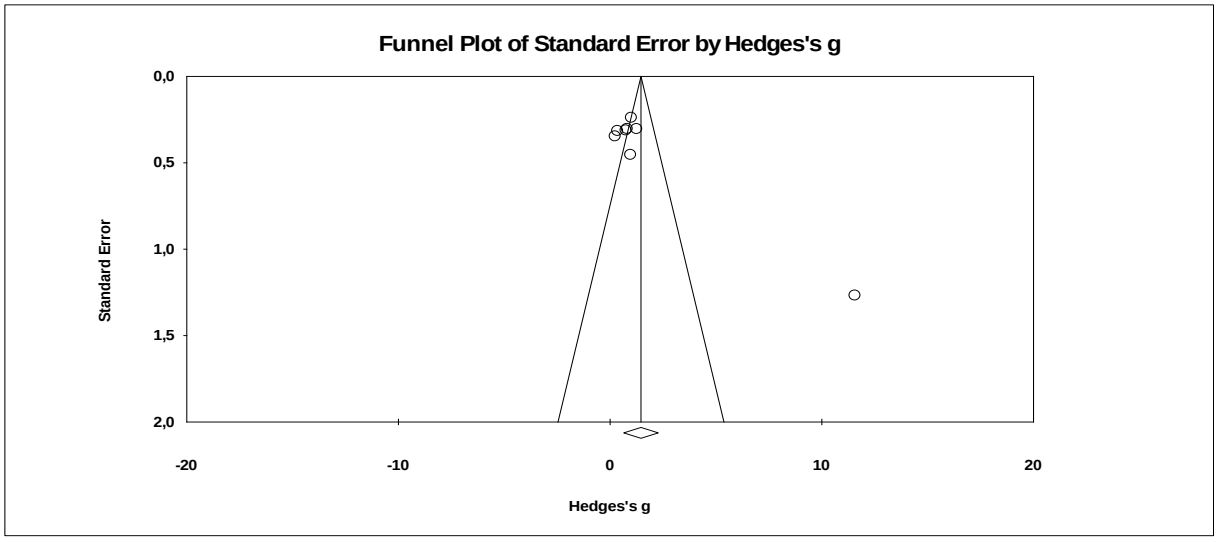
bilimsel süreç becerilerini geliştirmesi yönünde olumlu ve geniş düzeyde bir etkiye sahip olduğu yorumu yapılabilir (Dinçer, 2021).

Çalışma kapsamında alınan ve bilimsel süreç becerilerini inceleyen araştırmaların Hedges's g etki büyüklüklerinin dağılımını ortaya koyan orman grafiği Şekil 6.'da verilmiştir.



Şekil 6. İkinci Alt Probleme İlişkin Çalışmaların Orman Grafiği ve Çalışma Ağırlıkları

Şekil 6 incelendiğinde orman grafiğinde içi dolu kareler olarak temsil edilen kısımlar bireysel etki büyüklüklerini ifade etmektedir. Bu karelerin büyüklükleri örneklem sayıları ile doğru orantılıdır. Ayrıca karelerin içerisinden geçen yatay çizgiler çalışma aralıklarını ifade etmektedir. Orman grafiğinin skalasını etki büyüklüğüne göre değiştirilebilmektedir. Genel olarak etki büyüklükleri değeri 0-1 arasında yoğunlaşmış olsa da, bir çalışmanın etki büyüklüğü 11,585 olarak hesaplandığı için bütün tabloyu gözler önüne sermek maksadıyla skala geniş tutulmuştur (-12,+12). Orman grafiğinde genel etki büyüklüğünü ifade eden eşkenar dörtgenin pozitif ve 1'den büyük bir değer olduğu görülmektedir. Bu da fen eğitiminde STEM yaklaşımının öğrencilerin bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkisinin geniş olduğunu ifade etmektedir.



Şekil 7. İkinci Alt Probleme İlişkin Çalışmaların Funnel Diyagramı (Yayın Yanlılığı Grafiği)

Yayın yanlığı grafiği incelendiğinde etki büyüklükleri yatay eksende, örneklem büyüklüğü ya da standart hata gibi değerler ise dikey eksende görülmektedir. Grafikte orta kısımda bulunan çizgi genel etki değerini ifade etmektedir. Örneklem sayısı büyük olan çalışmalar genelde grafiğin üst kısmında ve genel etki büyüklüğü çevresinde toplanmaktadır. Örneklem sayısı küçük olan çalışmalar ise genelde huni grafiğinin alt kısmında toplanmaktadır. Yayın yanlılığının olmaması için bireysel çalışmaların hepsinin huni çizgilerinin içerisinde ve simetrik biçimde saçılması beklenmektedir. Huni dışına saçılmış çalışmaların yayım yanlılığına neden olabilmektedir. Ancak huni grafikleri genelde sübjektif olarak değerlendirildiğinden yayın yanlılığı konusunda diğer yayın yanlılığı istatistiklerine bakmak gerekmektedir (Dinçer, 2021).

Tablo 25. İkinci Alt Probleme İlişkin Classic Fail-Safe N Analizi

Rosenthal'ın Koruma Sayısı Analizi	
Z değeri	9,468
p değeri	0,000
Alfa değeri	0,050
Alfa için Z değeri	1,959
N	8
Araştırmayı geçersiz kılmak için gereken çalışma sayısı	179

Tablo 25 incelendiğinde yapılan meta analiz çalışmasından elde edilen hata koruma sayısı (fail safe N) Rosenthal'in yöntemine göre 179 olarak hesaplanmıştır. Bu değer esasen elde edilen p=0,000 anlamlılık değerinin; p>0,05 değerine yükseltilebilmesi yani anlamlılığın ortadan kaldırılabilmesi için etki büyüklüğü değeri "0" olan ve meta analize dahil edilmesi gereken çalışma sayısını ifade etmektedir. Bu bağlamda 8 çalışmanın verilerinden yapılan meta analiz çalışmasından elde edilen bulguların ve anlamlılığın geçersiz sayılabilmesi için 179 tane anlamlı olmayan çalışmanın meta analize dahil edilmesi gerekmektedir. Bu sayı yüksek bir sayı olduğundan gerçekleştirilen meta analiz çalışmasının güvenilir ve yayın yanlılığının düşük olduğu şeklinde yorumlanabilir (Dinçer, 2021).

Tablo 26. İkinci Alt Probleme İlişkin Orwin's Fail-Safe N Analizi

Orwin'in Hata Koruma Sayısı Analizi	
Gözlemlenen çalışmalardaki Hedges's g	0,908
Önemsiz bir Hedges's g değeri için ölçüt	0,100
Kayıp Çalışmalar için Ortalama Hedges's g	0,000
Hedges's g değerini 0,1'in altına çekmek için gereken Kayıp Çalışma Sayısı	65

Orwin'in hata koruma sayısı metoduna göre ise mevcut çalışmadan elde edilen ortalama etki büyüklüğü 0,908 olarak hesaplanmış ve çalışmanın etki büyüklüğü değerinin önemsiz bir değere düşürülebilmesi için meta analize dahil edilmesi gereken; etki büyüklüğü değeri "0" olan 65 çalışmanın olması gerekmektedir. Literatürde bu sayıya ulaşmanın güç olmasından ötürü bu yöntemde de elde edilen bulgulara göre yapılan meta analiz çalışmasının yayın yanlılığının düşük ve güvenilir olduğu şeklinde yorumlanabilir (Dinçer, 2021).

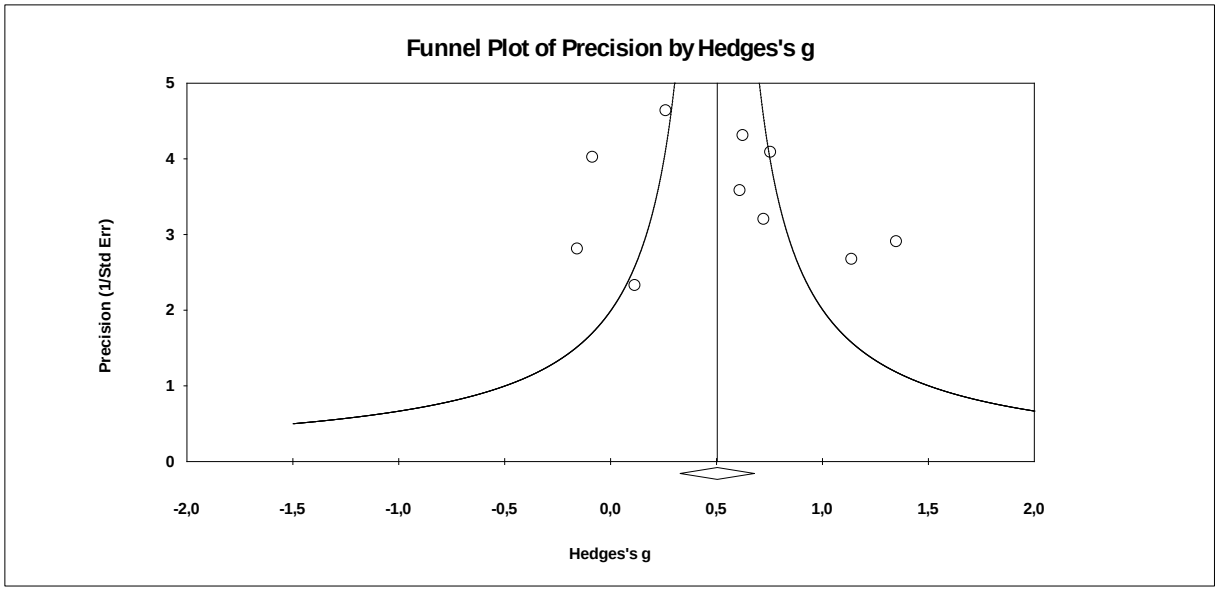
4.2.3 Üçüncü Alt Problemin Etki Büyüklüklerine İlişkin Bulgular

Fen eğitiminde STEM yaklaşımının öğrencilerin tutumlarına etkisine ilişkin yapılan meta analiz çalışmasında dahil edilme kriterlerine uyan 10 çalışmadan elde edilen verilerin bireysel ve genel etki büyüklükleri hesaplanarak yayın yanlılığı test edilmiştir.

Tablo 27. Üçüncü Alt Problemin %95 Güven Aralığında Bireysel Etki Büyüklüğüne İlişkin Bulgular

No	*Çalışma Kodu*	*Hedges's g*	*Alt Limit*	*Üst Limit*	*p*
1.	SACAN, 2018	0,627	0,171	1,082	0,007
2.	GAZIBEYOGLU, 2018	0,613	0,064	1,161	0,028
3.	DOGANAY, 2018	1,351	0,676	2,027	0,000
4.	KOCA, 2018	1,140	0,406	1,875	0,002
5.	KAVAK, 2019	0,725	0,112	1,339	0,020
6.	DURMAZ, 2018	0,117	-0,727	0,961	0,786
7.	BAYDAR, 2018	-0,155	-0,854	0,544	0,664
8.	DOGAN, 2019	0,263	-0,160	0,686	0,223
9.	OZASLAN, 2019	0,757	0,277	1,238	0,002
10.	GULSEVEN, 2020	-0,083	-0,571	0,405	0,740

Tablo 27’de görüldüğü üzere toplam 10 adet çalışmadan elde edilen verilerin bireysel etki büyüklüğü, alt-üst limitleri ve p değerleri hesaplanmıştır. Karşılaştırmadaki hedges’s değerleri incelendiğinde sadece Baydar (2018) çalışmasında negatif etki büyüklüğü göze çarpmaktadır. Bunun sebebi araştırma sonucunun deney grubunun aleyhine sonuçlanması olarak açıklanabilir. Bunun dışında alt ve üst limitler incelendiğinde en düşük alt limit -0,854; en yüksek üst limit ise 2,027 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 8. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Hedges's Değerine Göre Etki Büyüklüklerinin Dağılım Huni Grafiği

Bireysel etki büyüklüğü hesaplaması yapılan çalışmaların genel etki büyüklüğü hesaplaması yapılması da gerekmektedir. Genel etki büyüklüğü hesaplanmadan önce çalışmaların heterojenlik durumunun kontrol edilmesi büyük önem taşımaktadır. Zira kullanılacak olan modelin seçimi bu basamakta belirlenmektedir. Bu bağlamda Şekil… daki bireysel etki büyüklüğü huni grafiğinin yorumlanması gerekmektedir. Huni grafiği incelendiğinde bireysel çalışmalar daire, genel etki düzeyi ise elmas şeklinde gösterilmektedir. Grafikte bireysel çalışmaların eğim çizgileri arasında olması beklenmektedir. Ancak görüldüğü üzere bazı çalışmaların eğim çizgilerinin dışında olduğu görülmektedir. Bireysel çalışmaların çoğunun eğim çizgisi içerisinde yer alması, çalışmanın heterojen bir yapıda olduğu yorumunu vermektedir. Ancak bu yorum tek başına yeterli değildir. Dolayısıyla heterojenlik durumunu objektif bir şekilde yorumlayabilmek için Q ve p değerlerine bakmak gerekmektedir.

Tablo 28. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Heterojenlik Testi

Heterogeneity				***Tau-squared***			
Q-value	df (Q)	P-value	I-squared	Tau Squared	Standard Error	Variance	Tau
21,937	9	0,000	58,973	0,118	0,097	0,009	0,343

Tablo 28 incelendiğinde yapılan heterojenlik testi neticesinde Q değeri 21,937 olarak hesaplanmıştır. Bu değer X^2 tablosunda 9 serbestlik derecesinin %95 anlamlılık

düzeyinde kritik değerinin 16,919 olduğu tespit edilmiştir. Buna göre Q değerinin X^2 tablosundaki kritik değerinden (df=9 için X^2=16,919) yüksek olması meta analiz kapsamına alınan çalışmaların heterojen bir yapıda olduğunu göstermektedir. Heterojenlik testi neticesinde çıkan sonuç anlamlı ise rastgele etkiler modelinin kullanılması gerkmeketedir (p<0,05) (Dinçer, 2021).

İkinci alt probleme ilişkin meta analiz kapsamına alınan çalışmaların sabit ve rastgele etkier modelilerine ilişkin genel etki büyüklükleri Tablo 29.'da verilmiştir.

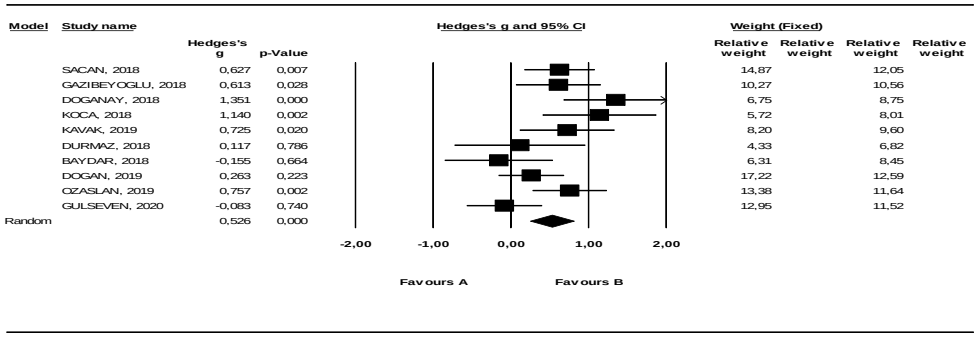
Tablo 29. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Genel Etki Büyüklükleri

Model	***N***	***Standart Hata***	***Hedges's***	***%95 Güven Aralığı***		***Z-değeri***	***p-değeri***
				Alt Limit	***Üst Limit***		
Sabit(Fixed)	10	0,090	0,503	*0,328*	*0,679*	*5,615*	*0,000*
Rastgele(Random)	10	0,144	0,526	0,244	0,808	3,657	0,000

Genel etki büyüklüğü öncelikle sabit etkiler modeline göre hesaplanmış ve 0,090 standart hata ile 0,503 olarak ölçülmüştür. Fakat meta analiz kapsamına alınan çalışmalardan elde edilen heterojenlik testi neticesinde genel etki büyüklüğünün hesaplanmasında kullanılacak olan model rastgele etkiler modeli olarak seçilmiştir.

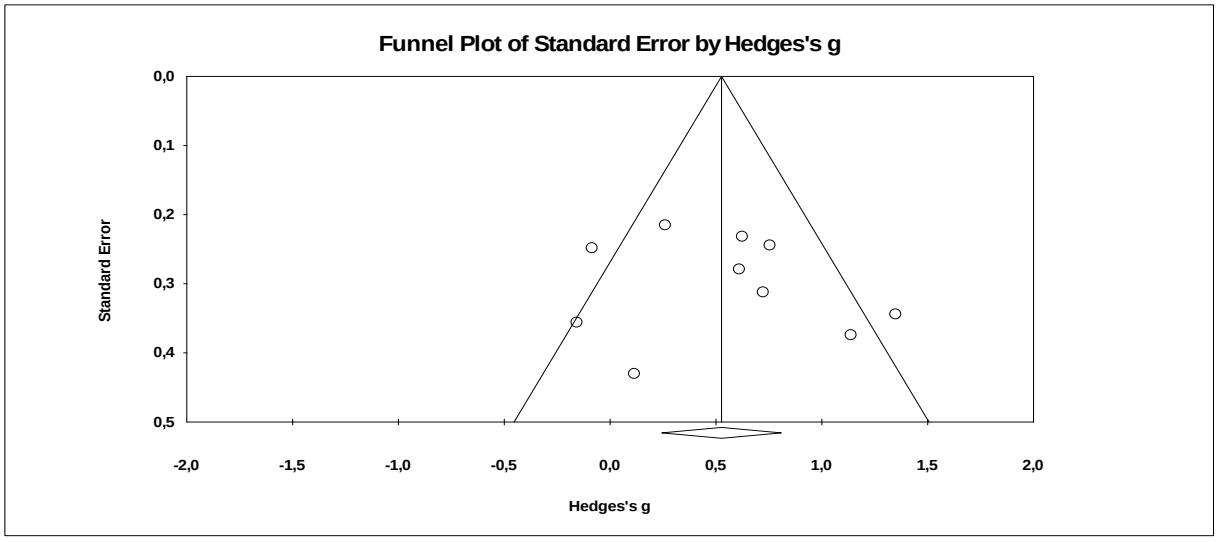
Rastgele etkiler modeline ilişkin yapılan analizler neticesinde 0,144 standart hata ile genel etki büyüklüğü değeri 0,526 olarak hesaplanmıştır. Etki büyüklüğünün %95 güven aralığında 0,244 alt ve 0,808 üst limite sahip olduğu görülmektedir. Genel etki büyüklüğünün pozitif değere sahip olması bu etkinin STEM yaklaşımı kullanılan deney gruplarının lehine olduğunu ifade etmektedir. Ayrıca 3,505 olarak hesaplanan z değerinin, p=0,000 ile istatistiki anlamda anlamlı olduğu belirlenmiştir. P değerinin 0,05 değerinden küçük olması gruplar arasında anlamlı bir farklılık olduğu sonucunu çıkarmaktadır. Bu doğrultuda elde edilen bulgulara göre fen eğitiminde STEM yaklaşımının öğrencilerin tutumları yönünde olumlu ve orta düzeyde bir etkiye sahip olduğu yorumu yapılabilir (Dinçer, 2021).

Çalışma kapsamında alınan ve bilimsel süreç becerilerini inceleyen araştırmaların Hedges's g etki büyüklüklerinin dağılımını ortaya koyan orman grafiği Şekil 9'da verilmiştir.



Şekil 9. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Çalışmaların Orman Grafiği ve Çalışma Ağırlıkları

Şekil 9 incelendiğinde orman grafiğinde içi dolu kareler olarak temsil edilen kısımlar bireysel etki büyüklüklerini ifade etmektedir. Bu karelerin büyüklükleri örneklem sayıları ile doğru orantılıdır. Ayrıca karelerin içerisinden geçen yatay çizgiler çalışma aralıklarını ifade etmektedir. Orman grafiğinin skalasını etki büyüklüğüne göre değiştirilebilmektedir. Genel olarak etki büyüklükleri değeri 0-1 arasında yoğunlaşmıştır. Orman grafiğinde genel etki büyüklüğünü ifade eden eşkenar dörtgenin pozitif ve 0-1 aralığında bir değer olduğu görülmektedir. Bu da fen eğitiminde STEM yaklaşımının öğrencilerin tutumları üzerindeki etkisinin orta seviyede olduğunu ifade etmektedir (Dinçer, 2021).



Şekil 10. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Çalışmaların Funnel Diyagramı (Yayın Yanlılığı Grafiği)

Yayın yanlığı grafiği incelendiğinde etki büyüklükleri yatay eksende, örneklem büyüklüğü ya da standart hata gibi değerler ise dikey eksende görülmektedir. Grafikte orta kısımda bulunan çizgi genel etki değerini ifade etmektedir. Örneklem sayısı büyük olan çalışmalar genelde grafiğin üst kısmında ve genel etki büyüklüğü çevresinde toplanmaktadır. Örneklem sayısı küçük olan çalışmalar ise genelde huni grafiğinin alt kısmında toplanmaktadır. Yayın yanlılığının olmaması için bireysel çalışmaların hepsinin huni çizgilerinin içerisinde ve simetrik biçimde saçılması beklenmektedir. Huni dışına saçılmış çalışmaların yayım yanlılığına neden olabilmektedir. Ancak huni grafikleri genelde sübjektif olarak değerlendirildiğinden yayın yanlılığı konusunda diğer yayın yanlılığı istatistiklerine bakmak gerekmektedir (Dinçer, 2021).

Tablo 30. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Classic Fail-Safe N Analizi

Rosenthal'ın Koruma Sayısı Analizi	
Z değeri	5,686
p değeri	0,000
Alfa değeri	0,050
Alfa için Z değeri	1,959
N	10
Araştırmayı geçersiz kılmak için gereken çalışma sayısı	75

Tablo 30. incelendiğinde yapılan meta analiz çalışmasından elde edilen hata koruma sayısı(fail safe N) Rosenthal'in yöntemine göre 75 olarak hesaplanmıştır. Bu değer esasen elde edilen p=0,000 anlamlılık değerinin; p>0,05 değerine yükseltilebilmesi yani anlamlılığın ortadan kaldırılabilmesi için etki büyüklüğü değeri "0" olan ve meta analize dahil edilmesi gereken çalışma sayısını ifade etmektedir. Bu bağlamda 10 çalışmanın verilerinden yapılan meta analiz çalışmasından elde edilen bulguların ve anlamlılığın geçersiz sayılabilmesi için 75 tane anlamlı olmayan çalışmanın daha meta analize dahil edilmesi gerekmektedir. Bu sayı yüksek bir sayı olduğundan gerçekleştirilen meta analiz çalışmasının güvenilir ve yayın yanlılığının düşük olduğu şeklinde yorumlanabilir (Dinçer, 2021).

Tablo 31. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Orwin's Fail-Safe N Analizi

Orwin'in Hata Koruma Sayısı Analizi	
Gözlemlenen çalışmalardaki Hedges's g	0,503
Önemsiz bir Hedges's g değeri için ölçüt	0,100
Kayıp Çalışmalar için Ortalama Hedges's g	0,000
Hedges's g değerini 0,1'in altına çekmek için gereken Kayıp Çalışma Sayısı	41

Orwin'in hata koruma sayısı metoduna göre ise mevcut çalışmadan elde edilen ortalama etki büyüklüğü 0,503 olarak hesaplanmış ve çalışmanın etki büyüklüğü değerinin önemsiz bir değere düşürülebilmesi için meta analize dahil edilmesi gereken; etki büyüklüğü değeri "0" olan 41 çalışmanın olması gerekmektedir. Literatürde bu sayıya ulaşmanın güç olmasından ötürü bu yöntemde de elde edilen bulgulara göre yapılan meta analiz çalışmasının yayın yanlılığının düşük ve güvenilir olduğu şeklinde yorumlanabilir (Dinçer, 2021).

5. TARTIŞMA

Bu bölümde yapılan çalışmaya ilişkin elde edilen betimleyici istatistik bulguları ve alt problemlere ilişkin bulgular tartışılarak yorumlanmıştır.

5.1 Betimsel Analiz Bulgularına İlişkin Tartışma

Fen Eğitiminde STEM yaklaşımının öğrencilerin akademik başarılarına, bilimsel süreç becerilerine ve tutumlarına etkisini belirlemek amacıyla 2010-2020 yılları arasında yapılmış 130 yüksek lisans ve 17 doktora çalışması olmak üzere toplam 147 çalışmaya ulaşılmıştır. Ancak dahil edilme kriterlerine uyan 46 yüksek lisans ve 6 doktora çalışması olmak üzere toplam 52 çalışma araştırma kapsamına alınabilmiştir. Ulaşılan yüksek lisans tezlerinin %35,38'i, doktora tezlerinin %35,29'u; toplamda ulaşılan tezlerin ise %35,37'si meta analize dahil edilmiştir. Ulaşılan çalışmaların meta analize dahil edilme oranlarına bakıldığında hem yüksek lisans hem doktora hem de toplamda benzer oranlarda tezlerin çalışmaya dahil edildiği görülmüştür. Ancak nicel olarak literatürde doktora düzeyinde yapılan araştırmaların yetersiz olduğu ve bu düzeyde çalışmaların yapılması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Araştırma kapsamına alınan çalışmaların sınıf düzeyleri incelendiğinde en fazla 7. sınıf düzeyinde araştırmanın yapılmış olduğu görülmektedir. Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı incelendiğinde 7. sınıf Fen Bilimleri Dersi Müfredatında STEM etkinliklerinin düzenlenebilmesine elverişli farklı öğrenme alanlarında birçok ünite ve alt konunun bulunması çalışmaların bu sınıf seviyesinde yoğunlaşmasına neden olabileceği düşünülmektedir.

5.2 Birinci Alt Probleme İlişkin Tartışma

Birinci alt probleme ilişkin betimleyici istatistikler incelendiğinde fen eğitiminde STEM yaklaşımının öğrencilerin akademik başarıları üzerindeki etkisini inceleyen 31 yüksek lisans, 3 doktora olmak üzere toplamda 34 çalışma araştırma kapsamına alınmıştır. Bu çalışmaların oranlarına bakıldığında akademik başarı değişkeni kapsamında yapılmış yüksek lisans tezlerinin %91,17 oranında olduğu göze çarpmaktadır. Meta analiz çalışmalarında araştırma kapsamına alınacak nitelikli verilerin fazla olması analiz sonucunda varılan genel etki büyüklüğünün daha doğru olmasını sağlayacağından fen eğitiminde STEM yaklaşımının akademik başarıya ilişkin etkililiğini ortaya koymak açısından büyük önem arz etmektedir. Bu bakımdan STEM yaklaşımına ilişkin doktora

düzeyinde çalışmaların yapılması gereksinimi ortaya çıkmıştır. Ayrıca araştırma kapsamındaki 34 çalışma içerisinde; Ceylan (2014), Doğanay (2018), Acar (2018) çalışmalarında farklı iki deney ve kontrol grubu; Taşçı (2019) ise farklı üç başarı testi uyguladığından toplamda 39 veriye ulaşılmıştır. Yapılan çalışmalarda çoğunlukla tek deney ve kontrol grubu ve bir alanda başarı testi kullanıldığı göze çarpmaktadır. Bunun yanı sıra başarı değişkenini inceleyen 34 tezin yarısından fazlasının 2019 yılında çalışıldığı görülmektedir. Bu da son zamanlarda STEM eğitimine olan ilginin arttığı ve 2018 yılında yenilenip 2019 yılında revize edilen Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programındaki Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamalarının son derece etkili olduğu düşünülmektedir. Aynı zamanda araştırma kapsamına alınan tezlerin örneklem sayıları ve sınıf seviyeleri incelendiğinde 34 çalışmadan alınan 39 veriden oluşan çalışmaların toplamda 1962 kişiden oluştuğu ve ortalama olarak 50 öğrenciye tekabül ettiği gözlemlenmiştir. Meta analiz kapsamına alınan çalışmalar nicel yaklaşım ile gerçekleştirilmiş deneysel çalışmalar olmasından ötürü örneklem büyüklüğünün ortalama olarak 50 öğrenci olması beklenen bir durum olmakla birlikle; bu durumun ortaya çıkmasında uygulama yapılırken genellikle deney ve kontrol grubu olarak seçilmiş olmalarının etkili olduğu düşünülmektedir. Araştırma kapsamına alınan çalışmaların büyük bir bölümünün 6. ve 7. sınıf öğrencilerinden oluştuğu görülmektedir. Bu durumun ortaya çıkmasında yenilenen Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programının etkili olduğu düşünülmektedir.

Birinci alt problemin etki büyüklerine ilişkin bulgular incelendiğinde %95 güven aralığında 39 veriden pozitif yönlü 38 çalışma, negatif yönlü 1 çalışma tespit edilmiştir. Etki büyüklüğü pozitif yönde olan çalışmaların negatif yönde olan çalışmalara göre sayıca daha fazla olması beklenen bir durumdur. Bir çalışmanın negatif yönlü etki büyüklüğüne sahip olması çalışmanın kontrol grubu lehine olduğu bilgisini vermektedir (Wolf, 1986). Bu durumun uygulayıcı hatasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Bunun dışında geriye kalan 38 çalışmanın etki büyüklüğü deney grubunun lehinedir. Bireysel çalışmalarda en büyük etki büyüklüğüne sahip olan çalışma Büyükbastırmacı'nın (2019) çalışmasına ait iken en küçük etki Neccar'ın (2019) yaptığı çalışmaya aittir. 34 çalışmadan elde edilen 39 veri içerisindeki 27 çalışma geniş etki büyüklüğüne sahipken; 5 çalışma orta etki büyüklüğüne, 5 çalışma küçük etki büyüklüğüne ve son olarak 2 çalışma ise önemsiz etkiye sahiptir. Bireysel çalışmalara ait etki büyüklükleri CMA programı yardımı ile ilk olarak sabit etkiler modeline göre birleştirilmiş olup %95 güven aralığında genel etki büyüklüğü 1,112 olarak hesaplanmıştır. Nitekim yapılan heterojenlik testi sonucunda Q

değerinin X^2 tablosundaki kritik değerden yüksek olduğu dolayısıyla, çalışmaların heterojen bir yapıya sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu bağlamda hesaplamalar rastgele etkiler modeline göre yapılmıştır. Bu modele göre yapılan analizler neticesinde genel etki büyüklüğü 1,420 olarak hesaplanmış olup bu bulgudan yola çıkılarak fen eğitiminde STEM yaklaşımının öğrencilerin akademik başarıları üzerinde olumlu ve geniş yönde bir etkiye sahip olduğu söylenebilir.

Meta analiz yöntemi ile birleştirilen 39 çalışmanın anlamlılık düzeyini ortadan kaldıracak 6905 çalışmaya ihtiyaç duyulduğunu (Rosenthal Yöntemi) ve bu sayıya ulaşmanın imkânsız olması; ayrıca genel etki büyüklüğünün geniş düzeyde olması ve bu etkiyi 0,100 gibi önemsiz bir değere düşürecek en az 395 çalışmaya ihtiyaç duyulması (Orwin Yöntemi) neticesinde analiz sonuçlarından elde edilen bulguların güvenilir olduğu söylenebilir.

Saraç (2018) yaptığı meta analiz çalışmasında STEM eğitiminin uygulamalarının öğrencilerin akademik başarısı üzerindeki etkisinin incelendiği 27 bireysel verinin 25'inin olumlu 2'sinin olumsuz bir etkiye sahip olduğunu ifade etmiştir. Bunun yanısıra genel etki düzeyini 0,442 ve orta düzeyde olduğunu ve uygulanan STEM eğitimi uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarına olumlu ettiği sonucuna ulaşılmıştır. Yüceyiğit ve Toker'in (2020) Erken Çocukluk Eğitimi STEM çalışmaları üzerine yaptığı meta analiz çalışmasında, okul öncesi dönem çocuklarına ilişkin uygulanan STEM etkinliklerinin öğrenmeye ve dil gelişimine ne derecede etki ettiği konusunda 12 bireysel verinin tamamının olumlu etkiye sahip olduğunu ifade etmiş ve genel etki düzeyini 0,556 olarak hesaplamıştır. Söz konusu araştırma neticesinde bu etkinin orta düzeyde bir etkiye sahip olduğu ve uygulanan STEM etkinliklerinin öğrencilerin dil gelişimine ve öğrenmeye olumlu etki ettiği sonucuna ulaşılmıştır. Ayverdi ve Öz Aydın'ın (2020) yaptığı çalışmada, ülkemizde ve yurtdışında yapılan STEM araştırmaları mukayese edilerek, STEM eğitiminin akademik başarıya etkisi araştırılmıştır. Yapılan araştırmada 38 çalışma incelenmiş, ülkemizde yapılan çalışmalardan analiz edilen verilerde hesaplanan bireysel etki büyüklüklerinin ekseriyetle orta ve geniş düzeyde olduğu ortaya çıkmıştır. Yurtdışında yapılan çalışmaların etki büyüklükleri de genellikle küçük ve geniş olarak hesaplanmıştır. Söz konusu araştırmaların fen eğitiminde STEM yaklaşımının akademik başarı üzerindeki etkisindeki bulgular ile nispeten örtüştüğü görülmektedir.

Literatür taraması neticesinde STEM yaklaşımı ile gerçekleştirilen meta analiz çalışması sayısı yok denecek kadar azdır. Ancak fen eğitiminde STEM yaklaşımının öğrencilerin akademik başarıları üzerindeki olumlu etkisini gösterecek bireysel çalışmalar mevcuttur (Ceylan, 2014; Parlakay, 2017; Sarıcan, 2017; Gazibeyoğlu, 2018; Doğanay, 2018; Dedetürk, 2018; Karcı, 2018; Acar, 2018; Koca, 2018; Çalışıcı, 2018; Hiğde, 2018; Irak, 2019; Çimentepe, 2019; Ozan, 2019; Buyruk, 2019; Doğan, 2019; Çetin, 2019; Şen, 2019; Kurt, 2019; Akkaya, 2019; Taşçı, 2019; Büyükbastırmacı, 2019; Soysal, 2019; Bahşi, 2019; Aysu, 2019; Özlen, 2019; Kayabaş, 2019; İzgi, 2020; Özaslan, 2019; Öztürk, 2020; Gülseven, 2020; Güven, 2020).

5.2.1 Birinci Alt Problemin Sınıf Düzeyi Moderatörüne İlişkin Tartışma

Araştırma kapsamına alınan çalışmaların 3 tanesi 4. sınıf seviyesinde, 5 tanesi 5. Sınıf seviyesinde, 10 tanesi 6. sınıf seviyesinde, 12 tanesi 7. sınıf seviyesinde ve 9 tanesi 8. sınıf seviyesinde öğrenim gören grup ile çalışılmıştır. Heterojenlik test sonuçlarına göre grup içi ve gruplar arası heterojendir. Fen eğitiminde STEM yaklaşımının etkililiği sınıf düzeyine göre farklılık göstermektedir. En büyük etki değeri 4. sınıf seviyesinde, en düşük etki değeri ise 5. sınıf seviyesindedir. Ancak etki büyüklüğü değerlerine Cohen (1988) skalasına göre bakıldığında 4., 6., 7. ve 8 sınıf seviyesinde geniş düzeyde; 5. sınıf düzeyinde iste orta düzeyde etkili olduğu görülmektedir. Bu durum sınıf seviyesi bakımından 5. sınıf seviyesine nazaran diğer sınıf seviyesinde olan çalışmaların genel etki büyüklüklerinin daha fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

5.3 İkinci Alt Probleme İlişkin Tartışma

İkinci alt probleme ilişkin betimleyici istatistikler incelendiğinde fen eğitiminde STEM yaklaşımının öğrencilerin bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkisini inceleyen 8 çalışmanın %75'i yüksek lisans tezlerinden oluşmaktadır. 2019 yılında yazılmış olan tezler bütünün %62,50'sini oluştururken; toplam 350 örneklemden oluşan çalışmaların tez başına ortalama 44 öğrenciden oluştuğu ve %50 oranında 7. sınıf seviyesindeki öğrenciler ile çalışıldığı gözlemlenmiştir. Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı incelendiğinde Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları adı altında öğrencilerin bilimsel süreç becerileri temelinde bir ürün ortaya çıkarmaları istenilmektedir. Buradaki amaç problemin belirlenmesinden sonuçların yorumlanmasına kadar olan süreçte öğrencilerin aktif olarak rol alarak bir tasarım oluşturmaları beklenmektedir.

İkinci alt problemin etki büyüklerine ilişkin bulgular incelendiğinde %95 güven aralığında 8 çalışmanın hepsinin pozitif yönlü olduğu görülmektedir. Bir çalışmanın pozitif yönlü etki büyüklüğüne sahip olması çalışmanın deney grubu lehine olduğu bilgisini vermektedir (Wolf, 1986). Bireysel çalışmalarda en büyük etki büyüklüğüne sahip olan çalışma Hiğde'nin (2018) çalışmasına ait iken en küçük etki Bahşi'nin (2019) yaptığı çalışmaya aittir. 8 çalışmadan içerisindeki 5 çalışma geniş etki büyüklüğüne sahipken, 1 çalışma orta etki büyüklüğüne, 2 çalışma küçük etki büyüklüğüne sahiptir. Bireysel çalışmalara ait etki büyüklükleri CMA programı yardımı ile ilk olarak sabit etkiler modeline göre birleştirilmiş olup %95 güven aralığında genel etki büyüklüğü 0,909 olarak hesaplanmıştır. Nitekim yapılan heterojenlik testi sonucunda Q değerinin X^2 tablosundaki kritik değerden yüksek olduğu, dolayısıyla çalışmaların heterojen bir yapıya sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu bağlamda hesaplamalar rastgele etkiler modeline göre yapılmıştır. Bu modele göre yapılan analizler neticesinde genel etki büyüklüğü 1,457 olarak hesaplanmış olup bu bulgudan yola çıkılarak fen eğitiminde STEM yaklaşımının öğrencilerin bilimsel süreç becerileri üzerinde olumlu ve geniş yönde bir etkiye sahip olduğu söylenebilir. Bu durumun ortaya çıkmasında STEM yaklaşımının uygulandığı öğretim programlarında öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin tüm basamaklarında aktif rol alarak etkinliklerin yapıldığı ve bunun sonucunda bu becerilerin kazanıldığı düşünülmektedir.

Meta analiz yöntemi ile birleştirilen 8 çalışmanın anlamlılık düzeyini ortadan kaldıracak 179 çalışmaya ihtiyaç duyulduğunu (Rosenthal Yöntemi) ve bu sayıya ulaşmanın imkânsız olması ayrıca genel etki büyüklüğünün geniş düzeyde olması ve bu etkiyi 0,100 gibi önemsiz bir değere düşürecek en az 65 çalışmaya ihtiyaç duyulması (Orwin Yöntemi) neticesinde analiz sonuçlarından elde edilen bulguların güvenilir olduğu söylenebilir.

Saraç (2018) yaptığı meta analiz çalışmasında STEM eğitiminin uygulamalarının öğrencilerin bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkisinin incelendiği 13 bireysel verinin tamamının olumlu yönde bir etkiye sahip olduğunu ifade etmiştir. Bunun yanısıra genel etki düzeyinin 0,820, Thalheimer and Cook (2002) skalasına göre geniş düzeyde olduğunu ve uygulanan STEM eğitimi uygulamalarının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine olumlu ettiği sonucuna ulaşılmıştır. Söz konusu araştırmaların fen eğitiminde STEM yaklaşımının bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkisindeki bulgular ile örtüştüğü görülmektedir.

Literatür taraması neticesinde STEM yaklaşımı ile gerçekleştirilen meta analiz çalışması sayısı yok denecek kadar azdır. Ancak fen eğitiminde STEM yaklaşımının öğrencilerin bilimsel süreç becerileri üzerindeki olumlu etkisini gösterecek bireysel çalışmalar mevcuttur (Saçan, 2018; Hiğde, 2018; Kavak, 2019; Çimentepe, 2019; Akın, 2019; Ozan, 2019; Bahşi, 2019; İzgi, 2020).

5.4 Üçüncü Alt Probleme İlişkin Tartışma

Üçüncü alt probleme ilişkin betimleyici istatistikler incelendiğinde fen eğitiminde STEM yaklaşımının öğrencilerin tutumları üzerindeki etkisini inceleyen 10 çalışmanın %90'ı yüksek lisans tezlerinden oluşmaktadır. Meta analiz çalışmalarında araştırma kapsamına alınacak nitelikli verilerin fazla olması analiz sonucunda varılan genel etki büyüklüğü daha doğru olmasını sağlayacağından fen eğitiminde STEM yaklaşımının fen dersine yönelik tutuma ilişkin etkililiğini ortaya koymak açısından büyük önem arz etmektedir. Bu bakımdan STEM yaklaşımına ilişkin doktora düzeyinde çalışmaların yapılması gereksinimi ortaya çıkmıştır. 2018 yılında yazılmış olan tezler bütünün %60'ını oluştururken; toplam 566 örneklemden oluşan çalışmaların tez başına ortalama 57 öğrenciden oluştuğu ve %80 oranında 7. sınıf seviyesindeki öğrenciler ile çalışıldığı gözlemlenmiştir. Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı incelendiğinde Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları adı altında öğrencilerin bilimsel süreç becerileri temelinde bir ürün ortaya çıkarmaları istenilmektedir. Buradaki amaç problemin belirlenmesinden sonuçların yorumlanmasına kadar olan süreçte öğrencilerin aktif olarak rol alarak bir tasarım oluşturmaları beklenmektedir. Bu tasarım süreci ile birlikte öğrencilerin ürün oluşturmaları beklendiğinden, öğrenci tarafından ortaya çıkan ürün, başarı duygusunu hissettirebilecektir. Aynı zamanda dersin soyut kavramlarını somutlaştırarak öğretimi monotonluktan uzaklaştırabilir. Böylelikle öğrencilerin derse karşı tutumlarının olumlu bir şekilde yükselmesi beklenen bir sonuç olacaktır.

Birinci alt problemin etki büyüklerine ilişkin bulgular incelendiğinde %95 güven aralığında 10 çalışma içerisinden pozitif yönlü 8 çalışma, negatif yönlü 2 çalışma tespit edilmiştir. Etki büyüklüğü pozitif yönde olan çalışmaların negatif yönde olan çalışmalara göre sayıca daha fazla olması beklenen bir durumdur. Bir çalışmanın negatif yönlü etki büyüklüğüne sahip olması çalışmanın kontrol grubu lehine olduğu bilgisini vermektedir (Wolf, 1986). Bu durumun uygulayıcı hatasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Bunun dışında geriye kalan 8 çalışmanın etki büyüklüğü deney grubunun lehinedir.

Bireysel çalışmalarda en büyük etki büyüklüğüne sahip olan çalışma Doğanay'ın (2018) çalışmasına ait iken en küçük etki Baydar'ın (2019) yaptığı çalışmaya aittir. 10 çalışma içerisinden 2 çalışma geniş etki büyüklüğüne sahipken, 4 çalışma orta etki büyüklüğüne, 1 çalışma küçük etki büyüklüğüne ve son olarak 3 çalışma ise önemsiz etkiye sahiptir. Bireysel çalışmalara ait etki büyüklükleri CMA programı yardımı ile ilk olarak sabit etkiler modeline göre birleştirilmiş olup %95 güven aralığında genel etki büyüklüğü 0,503 olarak hesaplanmıştır. Nitekim yapılan heterojenlik testi sonucunda Q değerinin X^2 tablosundaki kritik değerden yüksek olduğu dolayısıyla, çalışmaların heterojen bir yapıya sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu bağlamda hesaplamalar rastgele etkiler modeline göre yapılmıştır. Bu modele göre yapılan analizler neticesinde genel etki büyüklüğü 0,526 olarak hesaplanmış olup bu bulgudan yola çıkılarak fen eğitiminde STEM yaklaşımının öğrencilerin akademik başarıları üzerinde olumlu ve orta düzeyde bir etkiye sahip olduğu söylenebilir.

Meta analiz yöntemi ile birleştirilen 10 çalışmanın anlamlılık düzeyini ortadan kaldıracak 75 çalışmaya ihtiyaç duyulduğunu (Rosenthal Yöntemi) ve bu sayıya ulaşmanın imkânsız olması ayrıca genel etki büyüklüğünün orta düzeyde olması ve bu etkiyi 0,100 gibi önemsiz bir değere düşürecek en az 41 çalışmaya ihtiyaç duyulması (Orwin Yöntemi) neticesinde analiz sonuçlarından elde edilen bulguların güvenilir olduğu söylenebilir.

Saraç (2018) yaptığı meta analiz çalışmasında STEM eğitiminin uygulamalarının öğrencilerin fen dersine yönelik tutumları üzerindeki etkisinin incelendiği 18 bireysel verinin tamamının olumlu yönde bir etkiye sahip olduğunu ifade etmiştir. Bunun yanısıra genel etki düzeyinin 0,620, Thalheimer and Cook (2002) skalasına göre orta düzeyde olduğunu ve uygulanan STEM eğitimi uygulamalarının öğrencilerin fen dersine yönelik tutumlarına olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Söz konusu araştırmaların fen eğitiminde STEM yaklaşımının fen dersine yönelik tutumları üzerindeki etkisindeki bulgular ile örtüştüğü görülmektedir.

Literatür taraması neticesinde STEM yaklaşımı ile gerçekleştirilen meta analiz çalışması sayısı yok denecek kadar azdır. Ancak fen eğitiminde STEM yaklaşımının öğrencilerin fen dersine yönelik tutumları üzerindeki olumlu etkisini gösterecek bireysel çalışmalar mevcuttur (Saçan, 2018; Gazibeyoğlu, 2018; Doğanay, 2018; Koca, 2018; Kavak, 2019; Durmaz, 2018; Doğan, 2019; Özaslan, 2019; Gülseven, 2020)

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

6.1 Sonuçlar

Meta analiz kapsamına alınan çalışmalara ait etki büyüklüğü değerleri sınıflandırıldığında çalışmaların birçoğunda etki büyüklüğü değeri en az orta düzeydedir. Bunun yanı sıra meta analize dâhil edilen çalışmaların büyük bir çoğunluğunun etki büyüklüğünün yönü pozitiftir. Fen eğitiminde STEM yaklaşımının akademik başarı ve bilimsel süreç becerileri üzerindeki etki büyüklüğü değeri geniş düzeyde, anlamlı ve pozitiftir, tutum üzerindeki etki büyüklüğü orta düzeyde anlamlı ve pozitiftir. Dolayısıyla fen eğitiminde STEM yaklaşımının oldukça etkili olduğu söylenebilir.

Fen eğitiminde STEM yaklaşımının sınıf seviyesine göre akademik başarı üzerindeki etkisi incelendiğinde tüm sınıf düzeyleri üzerinde olumlu yönde etkisi olduğu ve yapılan heterojenlik testinde sınıf seviyeleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Sınıf seviyelerine göre etki büyüklüğü değerlerine bakıldığında en düşük etki büyüklüğü değeri 5. sınıf seviyesinde, en yüksek etki büyüklüğü değeri ise 4. sınıf düzeyinde olduğu görülmüştür. Fen eğitiminde STEM yaklaşımının 5. sınıf seviyesindeki öğrencilerin akademik başarısına etkisi orta düzeyde iken diğer tüm sınıf düzeylerinde geniş etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Ülkemizde ve yurt dışında son zamanlarda öğrenciler, öğretmen adayları ve öğretmenler üzerinde STEM yaklaşımını inceleyen çok sayıda çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalarda STEM yaklaşımının başta akademik başarı olmak üzere, fen dersine yönelik tutum, bilimsel süreç becerileri, motivasyon, kavramsal anlama, kariyer ilgisi, kalıcılık gibi değişkenlerin üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bunun yanında STEM eğitiminin cinsiyet, yaş, öğretim kademesi, sınıf düzeyi ve ders türü gibi bağımsız değişkenlere göre incelendiği ve birbirinden farklı neticelere ulaşılan çalışmalar da bulunmaktadır. Literatürdeki sonuçlar incelendiğinde, STEM yaklaşımın mevcut değişkenler üzerindeki etkisini inceleyen çalışmaların tek bir çatı altında toplanması ve bu araştırma alanındaki eğilimleri gözler önüne sermek için bir meta analize gereksinim duyulmuştur. Bu bakımdan fen eğitiminde STEM yaklaşımının akademik başarı, bilimsel süreç becerileri ve fen dersine yönelik tutum üzerindeki etkisinin incelendiği bu çalışma bundan sonra yapılacak olan çalışmalara ışık tutacağı düşünülmektedir.

6.2 Öneriler

Araştırma kapsamında yapılan analizler sonucunda elde edilen bulgular ışığında araştırmacılara ve uygulamaya yönelik birtakım önerilerde bulunulmuştur.

- Araştırma sonuçlarına göre fen eğitiminde STEM yaklaşımının akademik başarı, bilimsel süreç becerilerini olumlu ve geniş düzeyde, fen bilimleri dersine yönelik tutumu olumlu yönde ve orta düzeyde etkilediği görülmüştür. Bundan ötürü STEM yaklaşımının eğitimin tüm kademesinde yaygın olarak kullanılması gerekmektedir. Bu doğrultuda STEM yaklaşımı ile ilgili öğretmenler bilinçlendirilmeli bu yönde hizmet içi eğitimler verilmelidir. Bunun sonucunda STEM yaklaşımının eğitim ve öğretimde niteliği arttıracağı düşünülmektedir.
- Meta analiz çalışmalarında nicelik arttıkça yani daha çok yayına ulaşıldığında nitelik de doğru orantılı artmaktadır. Nitekim yayın sayısının fazla olması araştırmanın daha güvenilir sonuçlar vermesi açısından önem arz etmektedir. Ülkemizde STEM yaklaşımına yönelik çalışma geçmişinin çok eski olmadığı gözlemlenmiş olup; son yıllarda yapılan çalışmaların sayısında artış gözlemlenmiştir. Bu yönde yapılacak çalışmaların artması, STEM yaklaşımının akademik başarıya, bilimsel süreç becerilerine ve fen bilimleri dersine yönelik tutuma etkisini daha genellenebilir ve net bir biçimde ortaya koyacaktır.
- Araştırmacılar Yüksek Öğretim KuruLu Ulusal Tez Merkezinde erişime kapalı olan tezlere ulaşmakta güçlük çekmektedirler. Bu sorunun çözümü daha nitelikli çalışmaların ortaya çıkmasında etkili olabilir.
- Araştırma kapsamına alınan tezlerin çoğu yüksek lisans tezi olması doktora düzeyinde yapılan çalışmaların eksikliğini ortaya koymaktadır. İlerleyen süreçte doktora düzeyinde çalışmaların sayısı arttırılabilir. Ayrıca araştırmacılar tarafından ülkeler arası karşılaştırmalar yapılabilir.
- Meta analize dahil edilen çalışmalarda araştırmacıların daha çok ilköğretim düzeyinde deneysel çalışmalar yaptıkları gözlemlenmiştir. Bu nedenler diğer eğitim kademelerinde de yürütülen çalışmaların sayısı arttırılabilir.
- Meta analiz kapsamına alınacak çalışmalara ait karakteristikler ve etki büyüklüğünün hesaplanması üzere ihtiyaç duyulan istatistikler verilerin yeterince yahut meta analize uygun olarak verilmemesi meta analiz çalışmalarının niteliğine tesir etmektedir. Nitekim çalışmalardaki verilerin sunulmasında bir standart olmayışı

araştırmacıların işini zorlaştırmaktadır. Bu bağlamda araştırmacıların yaptıkları çalışmalarda gerek betimleyici gerekse istatistiksel verilere daha sistematik ve tam bir biçimde yer vermesi konusunda gerekli hassasiyet göstermeleri önerilmektedir.

- Mevcut çalışmada sadece fen bilimleri dersine yönelik yapılmış çalışmalar araştırma kapsamına alınmıştır. STEM yaklaşımı yapısı itibariyle birçok disiplin ile doğrudan ilişkili olan bir yaklaşım olduğundan birçok alanda meta analiz çalışması yapılabilir. Ayrıca araştırma içerisinde akademik başarı, bilimsel süreç becerileri ve tutum değişkenleri incelenmiştir. Bunun dışında motivasyon, kavramsal anlama, kariyer ilgisi, kalıcılık gibi değişkenlerin de göz önünde bulundurulduğu çalışmalar yapılabilir.

KAYNAKÇA

Acar, D. (2018). *FeTeMM eğitiminin ilkokul 4. sınıf öğrencilerinin akademik başarı, eleştirel düşünme ve problem çözme becerisi üzerine etkisi. Doktora Tezi.* Ankara: Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Akdemir, Ö. (2006). *İlköğretim öğrencilerinin matematik dersine yönelik tutumları ve başarı güdüsü.Yüksek Lisans Tezi.* İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü .

Akgöz, S., Ercan, İ., & Kan, İ. (2004). Meta-analizi. *Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 30 (2) 107-112.

Akgündüz, D. (2016a). A Research About the Placement of the Top Thousand Students in Stem Fields in Turkey Between 2000 and 2014. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(5), 1365–1377.

Akgündüz, D. (2016b). *Stemi Rahat Bırakın: Türkiye'de STEM adına yapılan hatalar ve öneriler.* https://www.egitimpedia.com/stemi-rahat-birakin-turkiyedestem- adresinden alınmıştır

Akgündüz, D., Aydeniz, M., Gültekin, Ç., Çavaş, B., Çorlu, S., Öner, T., & Özdemir, S. (2015). *Stem Eğitimi Türkiye Raporu.* İstanbul: İAU.

Akın, V. (2019). *FeTeMM uygulamalarının 7. sınıf öğrencilerinin FeTeMM'e yönelik tutumlarına, bilimsel süreç becerilerine ve meslek seçimlerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi.* Afyon: Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Akkaya, M. M. (2019). *Kuvvet ve hareket ünitesinde uygulanan stem etkinliklerinin 6.sınıf öğrencilerinin başarı, tutum ve görüşleri üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi.* Ankara: Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Alemli, A. (2019). *Fen eğitiminde araştırma sorgulama temelli öğrenme yaklaşımının etkililiğinin meta analiz yöntemiyle incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi.* Kastamonu: Kastamonu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü .

Alıcı, M. (2018). *STEM Eğitimi ve Türkiye: Fırsatlar ve Riskler.* https://setav.org/assets/uploads/2018/07/STEM_Eg%CC%86itimi-1.pdf adresinden alınmıştır

Arslan, Ö. (2018). *Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (Stem) uygulamalarının farklı bağımlı değişkenler üzerinden incelenmesi (Yüksek Lisans Tezi).* Muş: Muş Alpaslan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Ayaz M, M. F. (2014). *Proje tabanlı öğrenme yaklaşımının öğrencilerin fen derslerindeki akademik başarılarına ve fen derslerine yönelik tutumlarına etkisi. Doktora Tezi.* Diyarbakır: Dicle Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Ayaz N, N. (2015). *Probleme dayalı öğrenme yaklaşımının öğrencilerin fen bilimleri derslerindeki akademik başarılarına ve tutumlarına etkisi. Yüksek Lisans Tezi.* Elazığ: Fırat Üniversitesi / Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Aydeniz, M. (2017). *Eğitim sistemimiz ve 21. yüzyıl hayalimiz: 2045 hedeflerine ilerlerken, Türkiye için STEM odaklı ekonomik bir yol haritası.* University of Tennessee, Knoxville.

Aydın, G., Saka, M., & Guzey, S. (2017). 4 - 8. Sınıf Öğrencilerinin Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik (STEM=FETEMM) Tutumlarının İncelenmesi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(2): 787-802.

Aysu, G. (2019). *Probleme dayalı öğrenme tabanlı STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarına ve öğrendikleri bilgilerin kalıcılığına etkisinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi.* Niğde: Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Ayverdi, L., & Öz Aydın, S. (2020). Meta-Analysis of Studies Examining the Effect of STEM Education on Academic Success. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 840-888.

Bahar, E., Yener, D., Yılmaz, M., Emen, H., & Gürer, F. (2018). 2018 Fen bilimleri öğretim programı kazanımlarındaki değişimler ve fen teknoloji matematik mühendislik (STEM) entegrasyonu. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 702-735.

Bahşi, A. (2019). *STEM etkinliklerinin 8.sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine, bilimsel epistemolojik inançlarına ve fen başarılarına etkisinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi.* Adıyaman: Adıyaman Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü.

Baltabıyık, D. Y. (2019). *STEM uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin kavramsal anlama ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisi.* Yüksek Lisans Tezi.

Baran, E., Canbazoğlu Bilici, S., & Mesutoğlu, C. (2015). Fen, teknoloji,mühendislik ve matematik (FeTeMM) spotu geliştirme etkinliği. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi (ATED)*, 5 (2), 60-69.

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

Becker, K., & Park, K. (2011). Effects of integrative approaches among science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects on students‟ learning: A preliminary meta-analysis. *Journal of STEM Education*, 12(5), 23-37.

Bernard, R. M., Abrami, P. C., Lou, Y., Borokhovski, E., Wade, A., Wozney, L., . . . Fiset, M. &. (2004). How does distance education compare with classroom instruction? A meta-analysis of the empirical literature . *Review of Educational Research*, 74(3), 379-439.

Bike, Ö. (2020). *Ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin STEM eğitimine yönelik tutum düzeylerinin öğrenme stilleri açısından incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi.* Rize: Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Borenstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J. P., & Rothstein, R. H. (2013). *Meta-Analize Giriş (Çeviren: S. Dinçer).* Ankara: Anı Yayıncılık .

Boslaugh, S. E. (2013). *Health care systems around the world: a comparative guide.* New York: Sage Publications.

Bozkurt Altan, E. (2017). *Tasarım temelli öğrenme ve probleme dayalı STEM uygulamaları. S. Çepni (Ed.), Kuramdan uygulamaya STEM eğitimi (s. 165-201).* Ankara : Pegem Yayıncılık.

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

Brophy, S., Klein, S., Portsmore, M., & Rogers, C. (2008). Advancing engineering education in P-12 classrooms. *Journal of Engineering Education,* 369-387.

Brown, R., Brown, J., Reardon, K., & Merill, C. (2011). Understanding STEM: Current perceptions. *Technology and Engineering Teacher*, 70(6), 5-9.

Buyruk, B. (2019). *FeTeMM eğitiminin öğrenci başarısı ve bazı değişkenler üzerindeki etkisi. Yüksek Lisans Tezi.* Amasya: Amasya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Büyükbastırmacı, Z. (2019). *7.sınıf kuvvet ve enerji ünitesinde kullanılan stem uygulamalarının başarı, tutum ve motivasyon üzerindeki etkisi. Yüksek Lisans Tezi.* Konya: Necmettin Erbakan Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Büyüköztürk, Ş., Kılıç, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2016). *Bilimsel araştırma yöntemleri (20. basım).* Ankara : Pegem Akademi.

Bybee, R. (2009). Program for International Student Assessment (PISA) 2006 and Scientific literacy. *A perspective for science education leaders. Science Educator*, 18(2), 1-13.

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

Bybee, R. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities. NSTA press.*

Camnalbur, M. (2008). *Bilgisayar destekli ögretimin etkiliği üzerine bir meta analiz çalışması. Yüksek Lisans Tezi.* İstanbul: Marmara Üniversitesi, Egitim Bilimleri Enstitüsü.

Ceylan, S. (2014). *Ortaokul fen bilimleri dersindeki asitler ve bazlar konusunda fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) yaklaşımı ile öğretim tasarımı hazırlanmasına yönelik bir çalışma. Yüksek Lisans Tezi*. Bursa: Uludağ Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Chambers, E. A. (2004). An introduction to meta-analysis with articles from The Journal of Educational Research. *The Journal of Educational Research (1992, 2002)*, 98(1), 35-44.

Chesky, N. Z., & Wolfmeyer, M. R. (2015). *Philosophy of STEM education: A critical investigation.* New York: Palgrave Macmillan.

Chien, Y. T., Chang, Y. H., & Chang, C. Y. (2016). Do we click in the right way? A Meta-analytic review of clickerintegrated instruction. *ducational Research Review*, 17, 1-18.

Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences.* Hillside: NJ:Lawrence Erlbaum Associates.

Cohen, L., & Manion, L. (2001). *Research Methods in Education.* New York: Rotledge Falmer.

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

Çakıcı, Y. (2009). Fen eğitiminde bir önkoşul: Bilimin doğasını anlama. *Marmara Üniversitesi, Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 29(29), 57-74.

Çalışıcı, S. (2018). *FeTeMM uygulamalarının 8.sınıf öğrencilerinin çevresel tutumlarına, bilimsel yaratıcılıklarına, problem çözme becerilerine ve fen başarılarına etkisi. Yüksek Lisans Tezi.* Ankara: Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Çarkungöz, E., & Ediz, B. (2009). Meta Analizi. *Uludag University Journal Of The Faculty Of Veterinary Medicine*, 28(1), 33-37.

Çepni, S. (2011). *Bilim, fen, teknoloji kavramlarının eğitim programlarına yansıması. Fen ve teknoloji öğretimi (9.Baskı).* Ankara: Pegem Akademi.

Çepni, S. (2017). *Kuramdan Uygulamaya Stem Eğitimi.* Ankara: Pegem Akademi.

Çepni, S. (2018). Geleceğin dünyası. S. Çepni (Ed.), Kurumdan Uygulamaya STEM Eğitimi. Ankara: Pegem Akademi.

Çepni, S., & Ormancı, Ü. (2017). *Kuramdan Uygulamaya STEM+A+E Eğitimi.* Ankara: Pegem Yayıncılık.

Çetin, S. (2019). *STEM eğitiminin ortaokul öğrencilerinin akademik başarılarına etkisi. Yüksek Lisans Tezi.* Konya: Necmettin Erbakan Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü .

Çimentepe, E. (2019). *STEM etkinliklerinin akademik başarı, bilimsel süreç becerileri ve bilgisayarca düşünme becerilerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi.* Niğde: Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Çoklar, A. N., Vural, L., & Yüksel, İ. (2010). Bilgisayar mühendisliği ile bilgisayar ve öğretim teknolojileri eğitimi son sınıf öğrencilerinin bilgisayar kavramına ilişkin geliştirdikleri mecazlar. *Kuramsal Eğitim Bilim*, 3 (1): 1-28.

Çolakoğu, M. H., & Gökben, A. G. (2017). Türkiye'de eğitim fakültelerinde FeTeMM (STEM) çalışmaları. *İnformal Ortamlarda Araştirmalar Dergisi*, 2(2), 46-69.

Çorlu, M. S., & Çallı, E. (2017). *STEM Kuram ve Uygulamalarıyla Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik Eğitimi.* İstanbul: Pusula 20 Teknoloji ve Yayıncılık.

Çorlu, S. (2014). FeTeMM Eğitimi Makale Çağrı Mektubu. *Turkish Journal of Education,* 3(1), 4-10.

Dedetürk, A. (2018). *6. sınıf ses konusunda FeTeMM yaklaşımı ile öğretim etkinliklerinin geliştirilmesi, uygulanması ve başarıya etkisinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi.* Kayseri: Erciyes Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü .

Demiray, P. (2013). *Proje tabanlı öğrenme modelinin etkililiği: Bir meta analiz çalışması. Yüksek Lisans Tezi.* Ankara: Ankara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Demirci, B. (2017). *Fen eğitimi politikası. Demirci Güler, M. P. (Drl.). Fen bilimleri öğretimi (Yaklaşımlar ve kazanımlar doğrultusunda uygulama örnekleri). (s. 9-27).* Ankara: Pegem Yayıncılık.

Demirtaş Yılmaz, F. (2014). *Fen eğitiminde laboratuvar destekli öğretim yönteminin öğrenci başarısı üzerindeki etkisinin meta analiz ile incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi.* Van: Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Dexter, D. D., Park, Y. J., & Hughes, C. A. (2011). A meta-analytic review of graphic organizers and science instruction for adolescents with learning disabilities: Implications for the intermediate and secondary science classroom. *Learning Disabilities Research & Practice*, 26(4), 204-213.

Dinçer, H. (2014). *STEM Eğitimi ve İşgücü: Bilgi Ekonomisinin Olmazsa Olmazı.* http://www.tusiadstem.com/kesfet/makaleler/4-stem-egitimi-ve-isguecue-bilgi-ekonomisinin-olmazsa-olmazi adresinden alınmıştır

Dinçer, S. (2021). *Eğitim bilimlerinde uygulamalı meta-analiz.* Ankara: Pegem Akademi.

Dindar, H., & Taneri, A. (2011). MEB'in 1968, 1992, 2000 ve 2004 yıllarında geliştirdiği fen programlarının amaç, kavram ve etkinlik yönünden karşılaştırılması. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 19(2), 363-378.

Doğan, İ. (2019). *STEM etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine, fen ve stem tutumlarına ve elektrik enerjisi ünitesindeki başarılarına etkisi. Doktora Tezi.* Balıkesir: Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü .

Doğan, N., & Özer, F. (2018). *Fen bilimlerinde bilimin doğası ve öğretimi.Tekbıyık, A. ve Çakmakçı, G. (Drl.). Fen bilimleri öğretim ve STEM etkinlikleri (Güncel öğretim programlarıyla uyumlu PISA-TIMSS soru örnekleriyle ilişkilendirilmiş). (s. 175-210).* Ankara: Nobel Yayıncılık.

Doğanay, K. (2018). *Probleme dayalı stem etkinlikleriyle gerçekleştirilen bilim fuarlarının ortaokul öğrencilerinin fen bilimleri dersi akademik başarılarına ve fen tutumlarına etkisi. Yüksek Lisans Tezi.* Kastamonu: Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Doig, B., Williams, J., Swanson, D., Ferri, R. B., & Drake, P. (2016). Interdisciplinary Mathematics Education. 167-183.

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

Durlak, J. A. (1995). *Reading and understanding multivariate statistics.* Washington, DC: American Psychological Association.

Durmaz, B. (2018). *Aynalar konusunun öğretiminde FeTeMM yaklaşımının öğrencilerin beceri, tutum, yaratıcılık ve öğretim hakkındaki görüşlerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi.* Kocaeli: Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

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

Elmalı, Ş., & Balkan Kıyıcı, F. (2017). Türkiye'de Yayınlanmış FeTeMM Eğitimi İle İlgili Çalışmaların İncelenmesi. *Review of STEM Studies Published in Turkey*, 7(3), 684-696.

Elsayir, H. A. (2015). Significance test in meta-analysis approach: A theoretical review. *American Journal of Theoretical and Applied Studies*, 4(6); 630-639.

English, L. D., King, D., & Smeed, J. (2017). Advancing integrated STEM learning through engineering design: sixth-grade students' design and construction of earthquake resistant buildings. *The Journal Of Educational Research*, 110(3), 255-271.

Erdoğan, S. (2011). *Meta analizinde heterojenliğin saptanmasında kullanılan yöntemlerin simülasyon tekniği ile karşılaştırılması. Doktora Tezi.* Mersin Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü: Mersin.

Ergene, T. (1999). *Effectiveness of test anxiety reduction programs: a meta-analysis review. Phd Thesis.* Ohio: Ohio University.

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

Gazibeyoğlu, T. (2018). *Stem uygulamalarının 7. sınıf öğrencilerinin kuvvet ve enerji ünitesindeki başarılarına ve fen bilimleri dersine karşı tutumlarına etkisinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi.* Kastamonu: Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Gencer, A. (2015). Fen Eğitiminde Bilim ve Mühendislik uygulaması: Fırıldak Etkinliği. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi*, 5(1), 1-19.

Glass, G. V., McGaw, B., & Smith, M. L. (1981). *Meta-analysis in social research.* Beverly Hills: CA: SAGE Publications.

Gomez, A., & Albrecth, B. (2014). True STEM Education. Technology and Engineering Teacher. 73(4), 8-16.

Gonzalez, H. B., & Kuenzi, J. J. (2012). *Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: A primer* . https://fas.org/sgp/crs/misc/R42642.pdf adresinden alınmıştır

Gökdere, M., & Çepni, S. (2003). Üstün yetenekli çocuklara verilen değerler eğitiminde öğretmenin rolü. *Değerler Eğitimi Dergisi*, 1(2), 93-107.

Gözüyeşil, E. (2012). *Beyin temelli öğrenmenin akademik başarıya etkisi: bir metaanaliz çalışması. Yüksek Lisans Tezi.* Niğde: Niğde Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Gülhan, F. (2016). *Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik entegrasyonunun (STEM) 5. sınıf öğrencilerinin algı, tutum, kavramsal anlama ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisi. Doktora Tezi.*

Güllüpınar, F., Kuzu, A., Dursun, Ö. Ö., Kurt, A. A., & Gültekin, M. (2013). Milli Eğitimde Teknoloji Kullanımı ve Sonuçları: Velilerin Bakış Açısından Fatih Projesi'nin Pilot Uygulamasının Değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 30: 195-216.

Gülseven, E. (2020). *Argümantasyon temelli Fetemm eğitiminin 7. sınıf öğrencilerinin kuvvet ve enerji ünitesine yönelik akademik başarılarına, tutumlarına ve argümantasyon seviyelerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi.* Van: Yüzüncü Yıl Üniversitesi / Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Gündüz Bahadır, E. B. (2020). *6. sınıf fen bilimleri dersinde STEM uygulamalarının çeşitli değişkenler açısından incelenmesi. Doktora Tezi.* Erzurum: Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Gündüz, S. (2018). *Matematik ve fen bilimleri öğretiminde akıllı tahta kullanımının öğrencilerin akademik başarılarına etkisi üzerine bir meta-analiz çalışması. Yüksek Lisans Çalışması.* Diyarbakır: Dicle Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Güven, Ç. (2020). *STEM uygulamaları ile zenginleştirilmiş 7E Öğrenme Modeli'nin 5. sınıf öğrencilerinin bilişsel süreç becerilerine etkisi. Doktora Tezi.* Ankara: Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Harlen, W., & Wake, R. (1999). *Effective Teaching of Science. The Scottish Council for.*

Hıdıroğlu, Ç. N., & Güzel, E. B. (2014). Matematiksel modellemede geogebra kullanımı: boyayak uzunluğu problemi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 36: 9-44.

Hiğde, E. (2018). *Ortaokul 7. sınıf öğrencileri için hazırlanan STEM etkinliklerinin farklı değişkenlere yönelik etkisinin incelenmesi. Doktora Tezi.* Aydın: Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Hoffman, J. (2015). Meta Analysis. *Science direct*, 645-653.

İleri, Y. E. (2019). *Fen bilimleri eğitiminde işbirlikli öğrenme yaklaşımı'nın akademik başarıya etkisi: Bir meta-analiz çalışması. Yüksek Lisans Tezi.* Ankara: Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü .

İnançlı, E. (2020). *Ortaokul öğrencilerinin STEM'e yönelik tutumlarının çeşitli değişkenler açısından incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi.* Çanakkale: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.

Irak, M. (2019). *5. sınıf fen bilimleri dersi ışığın yayılması ünitesine yönelik STEM uygulamalarının akademik başarı ve STEM'e karşı tutum üzerine etkisinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi.* Kocaeli: Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Işık Terzi, C. (2008). *İlköğretim I. kademede fen ve teknoloji dersini yürüten sınıf öğretmenleri ile II. kademede fen ve teknoloji dersini yürüten fen bilgisi (fen ve teknoloji)öğretmenlerinin fen okuryazarlık düzeylerinin belirlenmesi ve sonuçların karşılaştırılması.* Yüksek Lisans Tezi.

Işık, Ö. (2014). *Gelişmiş Ülkelerde Ortak Olan İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersi Hedeflerine Türkiye'de Ulaşılma Düzeyi. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.* Ankara.

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. Yüksek Lisans Tezi.* Hatay: Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Kahyaoğlu, M. (2011). İlköğretim öğretmenlerinin fen ve teknoloji dersinde yeni teknolojileri kullanmaya yönelik görüşleri. *Eğitim Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 79-96.

Kang, M., Kim, J., & Kim, Y. (2013). Learning Outcomes of the Teacher Training Program for STEAM Education. *Korean Journal of the Learning Sciences*, 7(2),18-28.

Kapan, G. (2019). *7. sınıf fen bilimleri dersi elektrik devreleri ünitesinde STEM uygulamalarının akademik başarı, motivasyon ve bilimsel süreç becerilerine*

etkisinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Zonguldak: Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Kaptan, H., & Korkmaz, F. (1997). *Fen öğretimi.Yükseköğretim Kurumu (YÖK)/Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi, Öğretmen Eğitimi Dizisi.* Ankara.

Karcı, M. (2018). *5. sınıf elektrik ünite sinin öğretiminde kullanılan STEM etkinliklerine dayalı senaryo tabanlı öğrenme yaklaşımının öğrencilerin akademik başarı, STEM disiplinlerine dayalı meslek seçmeye olan ilgisi ve fen öğrenmeye yönelik motivasyonlarına olan etkisi.* Adana: Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Kaşarcı, İ. (2013). *Proje tabanlı öğrenme yaklaşımının öğrencilerin akademik başarı ve tutumlarına etkisi: bir meta analiz çalışması. Yüksek Lisans Tezi.* Eskişehir: Osmangazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Katehi, L., Pearson, G., & Feder, M. (2009). National Academy of Engineering and National Research Council Report. Washington, D.C.: The National Academies Press. *Engineering in K-12 education*.

Kavak, N., Tufan, Y., & Demirelli, H. (2006). Fen Teknoloji Okuryazarlığı ve İnformal Fen Eğitimi Gazetelerin Potansiyel Rolü. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26(3), 17-28.

Kavak, T. (2019). *STEM uygulamalarının 4. sınıf öğrencilerinin fen ve teknolojiye yönelik tutumlarına, bilimsel süreç ve problem çözme becerilerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi.* Elazığ: Fırat Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Kayabaş, B. T. (2019). *Probleme dayalı okul dışı stem etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarılarına ve karar verme becerilerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi.* Muğla: Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Kılıç, S. (2014). Etki Büyüklüğü. *Journal Of Mood Disorders*, 4(1), 44-6.

Kim, N. J., Belland, B. R., & Walker, A. E. (2018). Effectiveness of computer-based scaffolding in the context of problem-based learning for STEM education: Bayesian meta-analysis.

Kırkıç, K. A., Aydın, E., & Derin, G. (2018). *Merhaba STEM yenilikçi bir öğretim yaklaşımı.* Konya: Eğitim Kitabevi Yayınları.

Knezek, G., Christensen, R., Tyler-Wood, T., & Periathiruvadi, S. (2013). Impact of environmental power monitoring activities on middle school student perceptions of STEM. *Science Education International*, 24(1), 98-123.

Koca, B. (2019). *Fen eğitiminde oyun temelli öğrenmenin öğrencilerin akademik başarı ve derse yönelik tutumuna etkisi. Yüksek Lisans Tezi.* Sivas: Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Koca, E. (2018). *STEM yaklaşımı ile basınç konusunda bir öğretim modülünün geliştirilmesi ve uygulanabilirliğinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi*. Aksaray: Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Kural, E. (2020). *Çoklu Zeka Kuramına dayalı fen öğretiminin akademik başarıya ve derse yönelik tutuma etkisi: Bir meta-analiz çalışması. Yüksek Lisans Tezi.* Sivas: Cumhuriyet Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Kurnaz, M. A., Bozdemir, H., Altunoğlu, B. D., & Ezberci Çevik, E. (2017). Astronomi konularının öğretiminde kullanılan farklı yöntemlerin akademik başarıya etkisi:bir meta analiz çalışması. *Alan Eğitimi Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 12-24.

Kurt, M. (2019). *STEM uygulamalarının 6. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına, problem çözme becerilerine ve STEM 'e karşı tutumlarına etkisi üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi.* Ankara: Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Lamb, R., Akmal, T., & Petriei, K. (2015). Development of a cognition priming model of STEM learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(3), 410–437.

Lantz, H. (2009). *Science, technology, engineering, & mathematics (STEM) education what form? what function?* http://www.currtechintegrations.com/pdf/STEMEducationArticle.pdf adresinden alınmıştır

Lipsey, M., & Wilson, D. (2001). *Practical meta-analysis.* California: Sage Publications, Inc.

Marginson , S., Tytler, R., Freeman , B., & Roberts, K. (2013). *STEM: country comparisons.* Melbourne: Australian Council of Learned Academies.

MEB. (2005). *İlköğretim Fen ve Teknoloji Öğretim Programı(6-8.sınıf).* Ankara: MEB.

MEB. (2006). *Milli Eğitim Bakanlığı Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı, İlköğretim Fen ve Teknloji Dersi (6, 7 ve 8. sınıflar) Öğretim Programı.* Ankara.

MEB. (2013). *İlköğretin Fen ve Teknoloji Dersi (6, 7 ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.* Ankara: MEB.

MEB. (2013a). *İlköğretim kurumları (ilkokullar ve ortaokullar) fen bilimleri dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8.sınıflar) öğretim programı.* https://docplayer.biz.tr/1747250-Fen-bilimleri-dersi-3-4-5-6-7-ve-8-siniflar.html adresinden alınmıştır

MEB. (2015). *Millî Eğitim Bakanliği 2015–2019 Stratejik Plani.* https://sgb.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2015_09/10052958_10.09.2015sp17.15imzasz.pdf. adresinden alınmıştır

MEB. (2016). *Milli Eğitim Bakanlığı: STEM eğitimi raporu.* http://yegitek.meb.gov.tr/STEM_Egitimi_Raporu.pdf adresinden alınmıştır

MEB. (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programi.* http://mufredat.meb.gov.tr/Dosyalar/201812312311937-FEN%20B%C4%B0L%C4%B0MLER%C4%B0%20%C3%96%C4%9ERET%C4%B0M%20PROGRAMI2018.pdf adresinden alınmıştır

MEB. (2018b). *Matematik dersi öğretim programı (İlkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar).* Ankara: MEB.

Moomaw, S. (2013). *Teaching STEM in the early years: Activities for integrating science, technology, engineering, and mathematics.* Yorkton Court: Redleaf Press.

NAE & NRC. (2014). *STEM integration in K -12 education: Status, prospects and agenda research.* Washington: Washington DC: National Academies.

Nağaç, M. (2018). *6. sınıflar fen bilimleri dersi madde ve ısı ünitesinin öğretiminde fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) eğitimi'nin öğrencilerin akademik başarısı ve problem çözme becerilerine etkisinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi.* Hatay: Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Nasibov, F., & Kaçar, A. (2005). Matematik ve matematik eğitimi hakkında. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 13(2), 339-346.

National Academy of Engineering. (2004). *The Engineer Of 2020: Visions Of Engineering İn The New Century.* https://www.nae.edu/File.aspx?id=43371 adresinden alınmıştır

Neccar, D. (2019). *en bilimleri dersinde STEM etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin başarısına, fene ilişkin tutumlarına ve STEM'e yönelik görüşlerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi.* Ankara: Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü .

NFS. (1980). *How basic research reaps unexpected rewards.* Washington, DC: NFS(National Science Foundations).

NRC. (2012). *A framework for K-12 science education: Practies, cross cutting concepts, and core ideas.* Washington, DC: The National Academic Press.

NRC. (2013). *Federal science, technology,engineering and mathemathics (STEM) education 5-year strategic plan. Washington* . https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/stem_stratplan_2013 pdf adresinden alınmıştır

NRC, National Research Council. (1996). *National science education standards: Observe, interact, change, learn Washington, DC: National Academy Press.* https://www.nap.edu/catalog/4962.html adresinden alınmıştır

NSF. (2016). *Science and Engineering Indicators 2016 Digest.* Virginia: NFS.

OECD. (2010). *Measuring Innovation:A New Perspective - online version. Organisation for Economic Co-operation and Development:*. http://www.oecd.org/site/innovationstrategy/measuringinnovationanewperspective-onlineversion.htm adresinden erişildi.

OECD. (2011). *Education at a Glance 2011: OECD.* Indicators. Paris: OECD Publishing.

OECD. (2011). *Education at a Glance 2017: OECD.* Indicators. Paris: OECD Publishing.

OECD. (2017). *Education at a Glance 2017: OECD Indicators.* Paris: OECD Publishing.

OECD, PISA. (2000). *Measurıng student knowledge and skills - The PISA 2000 assessment of reading, mathematical and scientific literacy Paris: OECD Publication.*
http://www.oecd.org/education/school/programmeforinternationalstudentassessmentpisa/33692793.pdf adresinden alınmıştır

Okulu, H. (2019). STEM eğitimi kapsamında astronomi etkinliklerinin geliştirilmesi ve değerlendirilmesi. Doktora Tezi.

Olivarez, N. (2014). *The Impact Of A STEM Program On Academic Achievement Of Eighth Grade Students. Doktora Tezi.* İn A South Texas Middle School.

Ostler, E. (2012). 21st century STEM education: a tactical model for long-range success. *International Journal of Applied Science and Technology*, 2(1), 28-33.

Ozan, F. (2019). *5. sınıf kuvvetin ölçülmesi ve sürtünme ünitesine yönelik FeTeMM uygulamalarının etkililiğinin çeşitli değişkenler bağlamında incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi.* Amasya: Amasya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü .

Öncül, R. (2000). *Eğitim ve Eğitim Bilimleri Sözlüğü.* Ankara: MEB.

Özaslan, S. (2019). *Işığın kırılması ve mercekler ünitesine yönelik STEM yaklaşımına göre geliştirilen etkinliğin öğrencilerin akademik başarısına ve tutumuna etkisi. Yüksek Lisans Tezi.* Malatya: İnönü Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Özbilen, A. (2018). STEM eğitimine yönelik öğretmen görüşleri ve farkındalıkları. *Scientific Educational Studies,* 2(1), 1-21.

Özden, M., & Cavlazoğlu, B. (2015). İlköğretim fen dersi öğretim programlarında bilimin doğası: 2005 ve 2013 programlarının incelenmesi. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi*, 3(2), 40-65.

Özer, M. (2019). *Fen eğitiminde argümantasyon temelli öğretimin etkililiği: Meta-analiz çalışması. Yüksek Lisans Tezi.* Sivas: Cumhuriyet Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Özlen, S. (2019). *Sekizinci sınıf düzeyinde basit makineler konusunda tasarım temelli stem etkinliklerinin geliştirilmesi ve etkilerinin değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi.* Muğla: Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Özsoy, S., & Özsoy, G. (2013). Effect Size Reporting in Educational Research. *Elementary Education Online,* 12 (2); 334-346.

Öztürk, D. (2020). *ilkokul 4. sınıf fen bilimleri dersinde STEM etkinliklerinin akademik başarıya etkisi. Yüksek Lisans Tezi.* Ordu: Ordu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Parlakay, E. S. (2017). *Fetemm (STEM) uygulamalarının beşinci sınıf öğrencilerinin sorgulayıcı öğrenmelerine, motivasyonlarına ve "canlılar Dünyasını gezelim ve tanıyalım" ünitesindeki akademik başarılarına etkisi. Yüksek Lisans Tezi.* Hatay: Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Partnership for 21st Century Learning, P. (2007). *Framework for 21st century learning.* http://static.battelleforkids.org/documents/p21/P21_framework_0816_2pgs.pdf. adresinden alınmıştır

Pekbay, C. (2017). Fen teknoloji mühendislik ve matematik etkinliklerinin ortaokul öğrencileri üzerindeki etkileri(Yüksek Lisans Tezi).

Radin, N., & Nelson, R. (2003). Research on mind-matter interactions (MMI): Individual intention. *Healing, Intention and Energy Medicine*.

Roberts, A. (2012). A justification for STEM education. *echnology and engineering teacher*, 71(8), 1-4.

Rosenthal, R., & Dimatteo, M. R. (2001). Meta-analysis: Recent developments in quantitative methods for literature reviews. *Annual Review of Psychology*, 52(1); 59-82.

Sacks, H. S., Berrier, J., Reitman, D., Ancona-Berk, V. A., & Chalmers, T. C. (1987). Metaanalyses of randomized controlled trials. *N Engl J Med*, 316 (8): 450-5.

Saçan, E. (2018). *Bilim uygulamaları dersi için FeTeMM merkezli bir öğretim programı önerisi ve etkililiği. Doktora Tezi.* Ankara: Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Sánchez-Meca, J., Rosa-Alcázar, A. I., Marín-Martínez, F., & & Gómez-Conesa, A. (2010). Psychological treatment of panic disorder with or without agoraphobia: a meta-analysis. *Clinical psychology review*, 30(1), 37-50.

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

Saraç, H. (2018). The Effect of Science, Technology, Engineering and Mathematics-Stem Educational. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 17-2.

Sarı, K. (2018). *Fen eğitiminde araştırmaya dayalı öğrenme stratejisinin öğrencilerin akademik başarılarına ve tutumlarına etkisi. Yüksek Lisans Tezi.* Manisa: Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Sarıcan, G. (2017). *Bütünleşik STEM eğitiminin akademik başarıya, problem çözmeye yönelik yansıtıcı düşünme becerisine ve öğrenmede kalıcılığa etkisi. Yüksek Lisans Tezi.* İstanbul: İstanbul Aydın Üniversitesi / Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Schmidt, F., & Hunter, J. (1977). Development of a general solution to the problem of validity generalization. *Journal Of Applied Psychology,* 2(5), 529-540.

Selvi, M., & Yıldırım, B. (2017). STEM Uygulamaları ve Tam Öğrenmenin Etkileri Üzerine Deneysel Bir Çalışma. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 13(2), 183-210.

Soysal, M. T. (2019). *8. sınıf fen bilimleri dersinde tematik stem eğitimi: Deprem örneği. Yüksek Lisans Tezi.* Sakarya: Sakarya Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü .

Sönmez, E. (2016). *Öğretmenlerin okul iklimi algılarının çeşitli demografik değişkenlere göre incelenmesi: Bir meta analiz çalışması.Yüksek Lisans Tezi.* Ankara: Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Srikoom, W., Faikhamta, C., & Hanuscin, D. L. (2018). Dimensions of Effective STEM Integrated Teaching Practice. *K-12 STEM Education,* 4(2), 313-330.

Stinson, K., Harkness, S., Meyer, H., & Stallworth, J. (2009). Mathematics and science integration: models and characterizations. *School Science and Mathematics*, 109(3), 153–161.

Stohlmann, M., Moore, T., & Roehrig, G. H. (2012). Considerations for teaching integrated STEM education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 2(1), 28-34.

Sullivan, F. R. (2008). Robotics and science literacy: thinking skills, science process skills and systems understanding. *Journal of Research İn Science Teaching: The Official Journal of The National Association For Research İn Science Teaching*, 45(3), 373-394.

Şahin, M. C. (2005). *İnternet tabanlı uzaktan eğitimin etkiliği: Bir Meta Analiz Çalışması.* Adana: Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü .

Şen, N. (2019). *7. sınıf elektrik enerjisi ünitesinde FeTeMM yaklaşımına dayalı tasarlanan öğrenme ortamının fen bilimleri eğitimine etkileri. Yüksek Lisans Tezi.* Uşak: Uşak Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Şenocak, E., & Taşkesenligil, Y. (2005). Probleme dayalı öğrenme ve fen eğitiminde uygulanabilirliği. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 359-366.

Taşçı, M. (2019). *Tersine mühendislik uygulamalarının 8. sınıf öğrencilerinde akademik başarılarına, problem çözme becerilerine, STEM tutum ve algılarına etkisinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi.* İstanbul: Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Tezel, Ö., & Yaman, H. (2017). FeTeMM Eğitimine Yönelik Türkiye'de Yapılan Çalışmalardan Bir Derleme. *Eğitim ve Öğretim Araştırma Dergisi*, 3(1),135-146.

Thalheimer, W., & Cook, S. (2002). ow to calculate effect sizes from published research: A simplified methodology. *Work-Learning Research*, 1-19.

Therrien, W. J., Hosp, J. L., Kaldenberg, E. R., & Gorsh, J. (2011). Science instruction for students with learning disabilities: A meta-analysis. *Learning Disabilities Research & Practice*, 26(4), 188-203.

Thomas, T. A. (2014). *Elementary teachers' receptivity to integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education in the elementary grades. Doctoral Dissertation.*

Timur, B., & İnançlı, E. (2018). Science teacher and teacher candidates' opinions about stem education. *International Journal of Science and Education*, 1(1), 48-66.

Topan, B. (2013). *Matematik öğretiminde öğrenci merkezli yöntemlerin akademik başarı ve derse yönelik tutum üzerindeki etkililiği: bir meta analiz çalışması. Yüksek Lisans Tezi.* Kocaeli: Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Topçu, P. (2009). *Cinsiyetin bilgisayar tutumu üzerindeki etkisi: Bir meta analiz çalışması.Yüksek Lisans Tezi.* İstanbul: Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

TÜSİAD. (2017). *(Türkiye Sanayici İşadamları Derneği) (2014). STEM alanında eğitim almış işgücüne yönelik talep ve beklentiler araştırması. Erişim adresi.*

http://tusiad.org/tr/tubitak_concent_files/BTYPD/strateji_belgeleri/BT_IK_STRATE adresinden alınmıştır

U.S. Department of Education. (2010). *A Blueprint for Reform: The Reauthorization of the Elementary and Secondary Education Act.* https://www2.ed.gov/policy/elsec/leg/blueprint/blueprint.pdf adresinden alınmıştır

Ural, G. (2014). *İlköğretimde fen ve teknoloji öğretimi üzerine Türkiye'de yapılan araştırmaların meta-analizi. Doktora Tezi.* İzmir: Ege Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü .

Üçüncüoğlu, İ. (2018). *Fen bilgisi öğretmen adaylarına yönelik Stem odaklı laboratuvar uygulamalarının tasarlanması ve etkililiğinin araştırılması (Yüksek Lisans Tezi).* Sinop: Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Üstün, U. (2012). *Probleme dayalı öğrenme geleneksel öğretim yöntemine kıyasla fen eğitiminde ne derece etkilidir? Bir meta-analiz çalışması. Doktora Tezi.* Ankara: Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Walker, E., Hernandez, A. V., & Kattan, M. W. (2008). Meta-analysis: Its strengths and limitations. *Cleveland Clinic Journal of Medicine,* 75 (6) ; 431-439.

Wang, H.-H., Moore, T. J., Roehrig, G. H., & Park, a. M. (2011). STEM integration: Teacher perceptions and practice. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER),* 1(2), 2.

Wendell, K. B. (2008). *The theoretical and empirical basis for design-based science instruction for children. Unpublished Qualifying Paper, Tufts University.* https://ceeo.tufts.edu/documents/papers/kristen_qp1.pdf adresinden alınmıştır

Wendell, K. B., & Rogers, C. (2013). Engineering design-based science, science content performance, and science attitudes in elementary school. *Journal of Engineering Education,* 102(4), 513-540.

White, D. W. (2014). What is STEM education and why is it important? *Florida Association of Teacher Educators Journal*, 1-9.

Wicklein, R. (2006). *Five good reasons for engineering as the focus for technology education.*

https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1065&context=ncete_pu adresinden alınmıştır

Williams, S. L. (2004). *A meta-analysis of the effectiveness of distance education in allied health science programs.* America: University of Cincinnati.

Wolf, F. M. (1986). *Meta-Analysis : Quantitative Methods For Research Synthesis.* London: Sage Publications.

Yağbasan, R., & Gülçiçek, Ç. (2003). Fen Öğretiminde Kavram Yanılgılarının Karakteristiklerinin Tanımlanması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13, 110 – 128.

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

Yıldırım , B., & Selvi, M. (2016). STEM Uygulamaları ve Tam Öğrenmenin Etkileri Üzerine Deneysel Bir Çalışma. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 13(2), 183-210.

Yıldırım, B. (2016). *7. sınıf fen bilimleri dersine entegre edilmiş fen, teknoloji, mühendislik, matematik (STEM) uygulamaları ve tam öğrenmenin etkilerinin incelenmesi (Doktora Tezi).* Ankara: Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Yıldırım, B. (2018a). *Türkiye'nin 2023, 2053 ve 2071 Hedefleri İçin STEM Eğitim Raporu.*

Yıldırım, B. (2018b). *Teoriden Pratiğe Stem Eğitimi.* Nobel Yayınları.

Yıldırım, B. (2020). Öğretmen Yetiştirme Üzerine Bir Model Önerisi: STEM Öğretmen Enstitüleri Eğitim Modeli. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*.

Yıldırım, B., & Altun, Y. (2015). STEM eğitim ve mühendislik uygulamalarının fen bilgisi laboratuvar dersindeki etkilerinin incelenmesi. *El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi*, 2(2), 28-40.

Yıldırım, H. H., & Yıldırım, S. (2011). Hipotez testi, güven aralığı, etki büyüklüğü ve merkezi olmayan olasılık dağılımları üzerine. *İlköğretim Online*, 10(3).

Yücelyiğit, S., & Toker, Z. (2018). A meta-analysis on STEM studies in early childhood education. *Turkish Journal of Education*, 10-1.

EKLER LİSTESİ

Ek-1 Kodlama Formu

1. Çalışma Kodu:
    - Araştırmacı Soyadı-Yılı-YÖK Tez numarası
2. Yıl:
    - Çalışmanın Yapıldığı Yıl
3. Tez Türü:
    - Doktora Tezi: D, Yüksek Lisans Tezi: YL
4. Kullanılan Test türleri:
    - Akademik Başarı Testi: 1
    - Bilimsel Süreç Becerileri Testi: 2
    - Derse Karşı Tutum Testi: 3
5. Deney Grubu Örneklem Sayısı:
6. Kontrol Grubu Örneklem Sayısı:
7. Deney Grubu Ortalaması:
8. Deney Grubu Standart Sapması:
9. Kontrol Gurubu Ortalaması:
10. Kontrol Grubu Standart Sapması:

Ek-2 Meta Analiz Kapsamına Alınan Çalışmalar

Tez No	Yazar	Yıl	Tez Konusu	Tür	Sınıf Seviyesi	N	Test Türleri
372224	Sevil CEYLAN	2014	Ortaokul fen bilimleri dersindeki asitler ve bazlar konusunda fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) yaklaşımı ile öğretim tasarımı hazırlanmasına yönelik bir çalışma	YL	8. Sınıf	56	1
467613	Eda SALMAN PARLAKAY	2017	Fetemm (STEM) uygulamalarının beşinci sınıf öğrencilerinin sorgulayıcı öğrenmelerine, motivasyonlarına ve 'canlılar Dünyasını gezelim ve tanıyalım' ünitesindeki akademik başarılarına etkisi	YL	5. Sınıf	64	1
490625	Gülcan SARICAN	2017	Bütünleşik STEM eğitiminin akademik başarıya, problem çözmeye yönelik yansıtıcı düşünme becerisine ve öğrenmede kalıcılığa etkisi	YL	6. Sınıf	44	1
494333	Esma SAÇAN	2018	Bilim uygulamaları dersi için FeTeMM merkezli bir öğretim programı önerisi ve etkililiği	D	7. Sınıf	78	2,3
496276	Tevfika GAZİBEYOĞLU	2018	Stem uygulamalarının 7. sınıf öğrencilerinin kuvvet ve enerji ünitesindeki başarılarına ve fen bilimleri dersine karşı tutumlarına etkisinin incelenmesi	YL	7. Sınıf	52	1,3
498288	Kamil DOĞANAY	2018	Probleme dayalı stem etkinlikleriyle gerçekleştirilen bilim fuarlarının ortaokul öğrencilerinin fen bilimleri dersi akademik başarılarına ve fen tutumlarına etkisi	YL	7. Sınıf	40	1,3

506867	Ayşegül DEDETURK	2018	6. sınıf ses konusunda FeTeMM yaklaşımı ile öğretim etkinliklerinin geliştirilmesi, uygulanması ve başarıya etkisinin araştırılması	YL	6. Sınıf	158	1
509021	Merve KARCI	2018	5. sınıf elektrik ünite sinin öğretiminde kullanılan STEM etkinliklerine dayalı senaryo tabanlı öğrenme yaklaşımının (STÖY) öğrencilerin akademik başarı, STEM disiplinlerine dayalı meslek seçmeye olan ilgisi ve fen öğrenmeye yönelik motivasyonlarına olan etkisi	YL	5. Sınıf	50	1
522774	Müberra NAĞAÇ	2018	6. sınıflar fen bilimleri dersi madde ve ısı ünitesinin öğretiminde fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) eğitimi'nin öğrencilerin akademik başarısı ve problem çözme becerilerine etkisinin incelenmesi	YL	6. Sınıf	44	1
527233	Dilber ACAR	2018	FeTeMM eğitiminin ilkokul 4. sınıf öğrencilerinin akademik başarı, eleştirel düşünme ve problem çözme becerisi üzerine etkisi	D	4. Sınıf	68	1
527261	Esra KOCA	2018	STEM yaklaşımı ile basınç konusunda bir öğretim modülünün geliştirilmesi ve uygulanabilirliğinin incelenmesi	YL	7. Sınıf	33	1,3
530773	Sinan ÇALIŞICI	2018	FeTeMM uygulamalarının 8.sınıf öğrencilerinin çevresel tutumlarına, bilimsel yaratıcılıklarına, problem çözme becerilerine ve fen başarılarına etkisi	YL	8. Sınıf	44	1

540777	Emrah HİĞDE	2018	Ortaokul 7. sınıf öğrencileri için hazırlanan STEM etkinliklerinin farklı değişkenlere yönelik etkisinin incelenmesi	D	7. Sınıf	44	1,2
540966	Tuğçe KAVAK	2019	STEM uygulamalarının 4. sınıf öğrencilerinin fen ve teknolojiye yönelik tutumlarına, bilimsel süreç ve problem çözme becerilerine etkisi	YL	4. Sınıf	42	2,3
544102	Burcu DURMAZ	2018	Aynalar konusunun öğretiminde FeTeMM yaklaşımının öğrencilerin beceri, tutum, yaratıcılık ve öğretim hakkındaki görüşlerine etkisi	YL	7. Sınıf	58	3
544105	Zuhal BAYDAR	2018	Elektrik enerjisi ünitesinin FeTeMM ve argümantasyona dayalı işlenmesinin öğrencilerin yaratıcılık, tutum, beceri ve öğretim hakkındaki görüşlerine etkisi	YL	8. Sınıf	44	3
546356	Meltem IRAK	2019	5. sınıf fen bilimleri dersi ışığın yayılması ünitesine yönelik STEM uygulamalarının akademik başarı ve STEM'e karşı tutum üzerine etkisinin incelenmesi	YL	5. Sınıf	218	1
546805	Dilara NECCAR	2019	Fen bilimleri dersinde STEM etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin başarısına, fene ilişkin tutumlarına ve STEM'e yönelik görüşlerine etkisi	YL	6. Sınıf	37	1
552833	Esat ÇİMENTEPE	2019	STEM etkinliklerinin akademik başarı, bilimsel süreç becerileri ve bilgisayarca düşünme becerilerine etkisi	YL	6. Sınıf	45	1,2
554602	Vesile AKIN	2019	FeTeMM uygulamalarının 7. sınıf öğrencilerinin FeTeMM'e yönelik tutumlarına, bilimsel süreç becerilerine ve meslek seçimlerine etkisi	YL	7. Sınıf	39	2

558663	Ferhat OZAN	2019	5. sınıf kuvvetin ölçülmesi ve sürtünme ünitesine yönelik FeTeMM uygulamalarının etkililiğinin çeşitli değişkenler bağlamında incelenmesi	YL	5. Sınıf	20	1,2
558744	Büşra BUYRUK	2019	FeTeMM eğitiminin öğrenci başarısı ve bazı değişkenler üzerindeki etkisi	YL	7. Sınıf	54	1
561644	İdris DOĞAN	2019	STEM etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine, fen ve stem tutumlarına ve elektrik enerjisi ünitesindeki başarılarına etkisi	YL	7. Sınıf	85	1,3
562872	Sevim ÇETİN	2019	STEM eğitiminin ortaokul öğrencilerinin akademik başarılarına etkisi	YL	6. Sınıf	40	1
571929	Nihat ŞEN	2019	7. sınıf elektrik enerjisi ünitesinde FeTeMM yaklaşımına dayalı tasarlanan öğrenme ortamının fen bilimleri eğitimine etkileri	YL	7. Sınıf	30	1
573011	Müzdelife KURT	2019	STEM uygulamalarının 6. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına, problem çözme becerilerine ve STEM 'e karşı tutumlarına etkisi üzerine bir araştırma	YL	6. Sınıf	26	1
576607	Maide Mihriban AKKAYA	2019	Kuvvet ve hareket ünitesinde uygulanan STEM etkinliklerinin 6.sınıf öğrencilerinin başarı, tutum ve görüşleri üzerine etkisi	YL	6. Sınıf	40	1
583364	Merve TAŞÇI	2019	Tersine mühendislik uygulamalarının 8. sınıf öğrencilerinde akademik başarılarına, problem çözme becerilerine, STEM tutum ve algılarına etkisinin incelenmesi	YL	8. Sınıf	56	1

584295	Zeynep BÜYÜKBASTIRMACI	2019	7.sınıf kuvvet ve enerji ünitesinde kullanılan stem uygulamalarının başarı, tutum ve motivasyon üzerindeki etkisi	YL	7. Sınıf	82	1
584626	Mustafa Talha SOYSAL	2019	8. sınıf fen bilimleri dersinde tematik stem eğitimi: Deprem örneği	YL	8. Sınıf	81	1
592742	Alaattin BAHŞİ	2019	STEM etkinliklerinin 8.sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine, bilimsel epistemolojik inançlarına ve fen başarılarına etkisinin incelenmesi	YL	8. Sınıf	32	1,2
594666	Gamze AYSU	2019	Probleme dayalı öğrenme tabanlı STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarına ve öğrendikleri bilgilerin kalıcılığına etkisinin incelenmesi	YL	6. Sınıf	54	1
599663	Sona ÖZLEN	2019	Sekizinci sınıf düzeyinde basit makineler konusunda tasarım temelli stem etkinliklerinin geliştirilmesi ve etkilerinin değerlendirilmesi	YL	8. Sınıf	51	1
600005	Büşra Tuğçe KAYABAŞ	2019	Probleme dayalı okul dışı stem etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarılarına ve karar verme becerilerine etkisi	YL	7. Sınıf	42	1
620030	Sevgi İZGİ	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	YL	7. Sınıf	50	1,2
621137	Sibel ÖZASLAN	2019	Işığın kırılması ve mercekler ünitesine yönelik STEM yaklaşımına göre geliştirilen etkinliğin öğrencilerin akademik başarısına ve tutumuna etkisi	YL	7. Sınıf	70	1,3

628340	Derya ÖZTÜRK	2020	İlkokul 4. sınıf fen bilimleri dersinde STEM etkinliklerinin akademik başarıya etkisi	YL	4. Sınıf	48	1
635609	Emine GÜLSEVEN	2020	Argümantasyon temelli Fetemm eğitiminin 7. sınıf öğrencilerinin kuvvet ve enerji ünitesine yönelik akademik başarılarına, tutumlarına ve argümantasyon seviyelerine etkisi	YL	7. Sınıf	64	1,3
645278	Çağrı GÜVEN	2020	STEM uygulamaları ile zenginleştirilmiş 7E Öğrenme Modeli'nin 5. sınıf öğrencilerinin bilişsel süreç becerilerine etkisi	D	5. Sınıf	40	1