

T.C.
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



FEN EĞİTİMİNDE GERÇEKLEŞTİRİLEN STEM
UYGULAMALARININ FARKLI DEĞİŞKENLER AÇISINDAN
İNCELENMESİ: BİR META-ANALİZ ÇALIŞMASI

DOKTORA TEZİ

BEYHAN GÜMÜŞ

BOLU, ARALIK - 2022

T.C.
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM
DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI



FEN EĞİTİMİNDE GERÇEKLEŞTİRİLEN STEM
UYGULAMALARININ FARKLI DEĞİŞKENLER AÇISINDAN
İNCELENMESİ: BİR META-ANALİZ ÇALIŞMASI

DOKTORA TEZİ

BEYHAN GÜMÜŞ

TEZ DANIŞMANI

Dr. Öğr. Üyesi EYLEM EROĞLU

BOLU, ARALIK - 2022

KABUL VE ONAY SAYFASI

Beyhan GÜMÜŞ tarafından hazırlanan “FEN EĞİTİMİNDE GERÇEKLEŞTİRİLEN STEM UYGULAMALARININ FARKLI DEĞİŞKENLER AÇISINDAN İNCELENMESİ: BİR META-ANALİZ ÇALIŞMASI” adlı tez çalışması jürimiz tarafından Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı’nda Doktora Tezi olarak oy birliğiyle kabul edilmiştir. 23/12/2022

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Eylem EROĞLU
Abant İzzet Baysal Üniversitesi

.....

Üye

Doç. Dr. Eralp BAHÇIVAN
Abant İzzet Baysal Üniversitesi

.....

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Meriç TUNCEL
Abant İzzet Baysal Üniversitesi

.....

Üye

Prof. Dr. Özlem KORAY
Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi

.....

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Harika ÖZGE ARSLAN
Düzce Üniversitesi

.....

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Onayı

Prof. Dr. İbrahim KÜRTÜL

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kuralları çerçevesinde hazırladığım tez çalışmamda;

- Tez içerisinde sunmuş olduğum bilgileri, verileri ve dokümanları etik ve akademik kurallar doğrultusunda elde ettiğimi,
- Tüm belge, bilgi, değerlendirme ve sonuçları bilimsel ahlak ve etik kurallar çerçevesinde sunduğumu,
- Tez çalışmamda kullanmış olduğum eserlerin tümüne uygun atıfla kaynak olarak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerin içeriğinde herhangi bir değişikliğe yer verilmediğini,
- Bu tez çalışmasında sunmuş olduğum çalışmanın özgün olduğunu bildirir, aksi herhangi bir durum söz konusu olursa aleyhime oluşabilecek tüm hak kayıplarını kabul ettiğimi beyan ederim.

Teze ilişkin 09/01/2023 tarihinde Turnitin adlı intihal tespit programından enstitü müdürlüğünce belirlenen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan benzerlik raporuna göre, tezin benzerlik oranı %28 olarak tespit edilmiştir.

.....
BEYHAN GÜMÜŞ

ÖZET

**FEN EĞİTİMİNDE GERÇEKLEŞTİRİLEN STEM UYGULAMALARININ
FARKLI DEĞİŞKENLER AÇISINDAN İNCELENMESİ: BİR META-
ANALİZ ÇALIŞMASI
DOKTORA TEZİ
BEYHAN GÜMÜŞ
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI
(TEZ DANIŞMANI: DR. ÖĞR. ÜYESİ EYLEM EROĞLU)**

**BOLU, ARALIK - 2022
(XIV + 169)**

Bu çalışmada meta analiz yöntemi kullanarak Fen eğitiminde STEM uygulamalarının akademik başarı, STEM tutumları ve STEM mesleklerine yönelik ilgileri üzerindeki etkisinin ve çeşitli çalışma karakteristiklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla ilgili literatür incelenerek 2010-2022 yılları arasında, STEM eğitiminin kullanıldığı 318 çalışmaya ulaşılmıştır. Belirlenen çalışma karakteristikleri ve dahil edilme kriterlerine göre araştırmaya toplam 86 çalışma dahil edilmiştir. Araştırmalar analiz edilerek bir araya getirildiğinde oluşan yapı heterojen olduğundan dolayı rastgele etkiler modeli tercih edilmiştir. CMA paket programı ile yapılan analizler sonucunda, STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarıları üzerindeki etkisine ilişkin yapılan çalışmaların genel etki büyüklüğü 1,330 olarak bulunmuştur. Ayrıca STEM uygulamalarının öğrencilerin STEM tutumları üzerindeki etkisini araştıran çalışmaların genel etki büyüklüğü 0,926 iken, STEM mesleklerine yönelik ilgilerini araştıran çalışmaların ise genel etki büyüklüğü 1,197 olarak hesaplanmıştır. Akademik başarı ve STEM mesleklerine yönelik ilgi değişkenlerine ait bulunan etki büyüklükleri Cohen kriterlerine göre güçlü düzeyde iken, STEM tutumları değişkenine ait etki büyüklüğü orta düzeyde bir büyüklüktür. Bu değerler, STEM uygulamaları fen eğitiminde geleneksel öğretim stratejilerine kıyasla anlamlı düzeyde daha etkili olduğunu göstermektedir. Ayrıca bulgular incelendiğinde, çalışmaya dahil edilmiş olan araştırmalar arasında herhangi bir yayın yanlılığından söz edilemeyeceği görülmektedir. Moderatör analizleri neticesinde, STEM uygulamalarının akademik başarı ve STEM tutumları üzerindeki etkisinin; sınıf düzeyi, yayın türü ve örneklem büyüklüğü moderatör değişkenlerine göre anlamlı bir biçimde farklılaştığı görülmüştür. STEM uygulamalarının belirlenen değişkenler üzerindeki olası etkisini araştırmış olan çalışmaların birleştirilmesi ve ilgili çalışma alanındaki yönelimleri açığa çıkarabilmek için yapılan, fen eğitiminde STEM uygulamalarının etkilerinin araştırıldığı bu çalışmanın sonraki dönemlerde yapılması planlanan çalışmalara rehberlik edeceği düşünülmektedir.

ANAHTAR KELİMELELER: Fen eğitimi, STEM uygulamaları, Meta-Analiz, Akademik başarı, Tutum, STEM Mesleklerine Yönelik İlgi

ABSTRACT

EXAMINATION OF STEM PRACTICES IN SCIENCE EDUCATION IN TERMS OF DIFFERENT VARIABLES: A META ANALYSIS STUDY

PHD THESIS

BEYHAN GÜMÜŞ

BOLU ABANT İZZET BAYSAL UNIVERSITY

INSTITUTE OF GRADUATE STUDIES

DEPARTMENT OF MATHEMATICS AND SCIENCE EDUCATION

(SUPERVISOR: ASST. PROF. DR. EYLEM EROĞLU)

BOLU, DECEMBER 2022

(XIV + 169)

In this study, it is aimed to reveal the effectiveness of STEM practices in science education on academic achievement, STEM attitudes and interests towards STEM professions and various study characteristics by using meta-analysis method. For this aim, by examining the relevant literature, 318 studies in which STEM education was used between the years 2010-2022 were reached. A total of 86 studies were included in the research according to the determined study characteristics and inclusion criteria. The random effects model was preferred because the structure was heterogeneous when the studies were analyzed and combined. As a result of the analyzes made with the help of CMA package program, the overall effect size of the studies on the effect of STEM practices on students' academic success was found to be 1.330. In addition, the overall effect size of studies investigating the effect of STEM activities on students' STEM attitudes was 0.926, while the overall effect size of studies investigating their interest in STEM professions was calculated as 1.197. While the effect sizes of the variables of academic achievement and interest in STEM professions are at a strong level according to the Cohen criteria, the effect size of the STEM attitudes variable is a medium size. These values show that STEM practices are significantly more effective than traditional teaching strategies in science education. Additionally, when the findings are examined, it is seen that there is no publication bias among the studies included in the study. As a result of moderator analysis, the effect of STEM practices on academic achievement and STEM attitudes was found to be differ significantly according to moderator variables: grade level, type of publication, and sample size. It is thought that this study, which examines the effects of STEM practices in science education, that is conducted to gather the studies examining the effects of STEM practices on existing variables under a single roof and to reveal the trends in this research area, will shed light on the studies to be done from now on.

KEYWORDS: Science education, STEM practices, Meta-Analysis, Academic achievement, Attitude, Interest in STEM Professions

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL VE ONAY SAYFASI	iii
ETİK BEYAN	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİL LİSTESİ	x
TABLO LİSTESİ	xi
KISALTMALAR LİSTESİ	xiii
TEŞEKKÜR	xiv
1. GİRİŞ	1
1.1 Problem Durumu	4
1.2 Araştırmanın Amacı	6
1.3 Araştırmanın Önemi	8
1.4 Sınırlılıklar	10
1.5 Varsayımlar	11
1.6 Tanımlar	11
2. ARAŞTIRMANIN KURAMSAL TEMELİ VE İLGİLİ	
ARAŞTIRMALAR	13
2.1 Kuramsal Temel	13
2.1.1 Fen Bilimleri Eğitimi	13
2.1.2 Fen bilimleri Eğitiminin Genel Amaçları	14
2.1.3 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programının Amaçları	15
2.1.4 STEM Uygulamaları	16
2.1.5 Ülkemizde STEM Eğitimi	21
2.1.6 Dünyada STEM Uygulamaları	25
2.1.7 Fen Eğitimi ve STEM Uygulamaları	29
2.1.8 STEM Uygulamaları ve Meslek Seçimi	32
2.1.9 Meta Analizin Tanımı	34
2.1.10 Meta Analiz Yönteminin Tarihsel Gelişimi	34
2.1.11 Meta Analiz Türleri	35
2.1.12 Meta Analiz Yönteminin İşlem Basamakları	37
2.1.13 Meta Analiz Yönteminin Avantajları ve Dezavantajları	38
2.1.14 Meta Analiz Yönteminde Kullanılan İstatistiksel Modeller	40
2.1.15 Etki Büyüklüğü	42
2.1.16 Etki Büyüklüğü Sınıflandırılması	43
2.1.17 Heterojenlik	44
2.1.18 Güven Aralığı	45
2.1.19 p - değeri ve Q - değeri	45
2.1.20 Yayın Yanlılığı	45

2.1.21 Huni Grafiği	46
2.1.22 Moderatör Analizi	47
2.1.23 Rosenthal'ın Güvenli N Yöntemi (Dosya Çekmecesi Problemi) ...	48
2.1.24 Kırpma Doldurma Yöntemi	48
2.1.25 Begg ve Mazumdar'ın Sıra Korelasyonu Yöntemi.....	49
2.1.26 Egger'in Regresyon Testi	49
2.2 İlgili Araştırmalar	49
2.2.1 STEM Eğitimi ile İlgili araştırmalar	50
2.2.2 Meta Analiz Çalışmaları	56
3. YÖNTEM	62
3.1 Araştırmanın Modeli	62
3.2 Meta-Analiz için Kullanılan Yazılımlar	62
3.3 Verilerin Toplanması	63
3.3.1 İlgili çalışmaların toplanması	63
3.3.2 Dâhil Edilme Ölçütleri	63
3.3.3 Hariç Tutulma Ölçütleri.....	64
3.3.4 Veri tablosu Oluşturma ve Kodlama Güvenirliği:	65
3.3.5 Çalışma Karakteristikleri:	66
3.3.6 Meta-Analize Dahil Edilmeyen Çalışmalar ile İlgili Veriler	66
3.3.7 Bağımlı ve Bağımsız Değişkenler:	67
3.3.8 Çalışmaların Kodlanması	67
3.4 Verilerin Analizi	67
4.BULGULAR.....	69
4.1 Betimleyici İstatistiklere İlişkin Bulgular	69
4.1.1 Akademik Başarı Değişkenine İlişkin Betimleyici İstatistikler.....	70
4.1.2 STEM Tutum Değişkenine İlişkin Betimleyici İstatistikler	72
4.1.3 STEM Mesleklerine Yönelik İlgileri Değişkenine İlişkin Betimsel İstatistikler	73
4.2 Etki Büyüklüklerine İlişkin Bulgular	75
4.2.1 Akademik Başarı Değişkenine Ait Etki Büyüklüklerine İlişkin Bulgular	75
4.2.1.1 Akademik Başarıyı İnceleyen Çalışmaların Sınıf Düzeyine İlişkin Moderatör Analizi	85
4.2.1.2 Akademik Başarıyı İnceleyen Çalışmaların Yayın Türüne İlişkin Moderatör Analizi	89
4.2.1.3 Akademik Başarıyı İnceleyen Çalışmaların Örneklem Büyüklüğüne İlişkin Moderatör Analizi	92
4.2.2 STEM Tutum Değişkenine Ait Etki Büyüklüklerine İlişkin Bulgular.....	95
4.2.2.1 STEM Tutum Değişkenini İnceleyen Çalışmaların Sınıf Düzeyine İlişkin Moderatör analizi	103
4.2.2.2 STEM Tutum Değişkenini İnceleyen Çalışmaların Yayın Türüne İlişkin Moderatör analizi.....	107
4.2.3 STEM Mesleklerine Yönelik Olan İlgilerini İnceleyen Çalışmalara Ait Etki Büyüklüklerine İlişkin Bulgular	110
5. SONUÇ VE TARTIŞMA.....	117
5.1 SONUÇLAR	117
5.1.1 Betimsel Verilere Ait Sonuç ve Tartışma.....	117

5.1.2 Genel Etki Büyüklüklerine Ait Sonuç ve Tartışma	119
5.1.3 Akademik Başarı Değişkenine Ait Sonuç ve Tartışma	122
5.1.4 Akademik Başarı Değişkeninin Moderatör Analizine İlişkin Sonuç ve Tartışma	125
5.1.5 STEM Tutum Değişkenine Ait Sonuç Ve Tartışma	126
5.1.6 STEM Tutum Değişkeninin Moderatör Analizine İlişkin Sonuç ve Tartışma	127
5.1.7 STEM Mesleklerine Yönelik İlgilerine Ait Sonuç ve Tartışma	128
6.ÖNERİLER	131
6. 1 Araştırmacılara Yönelik Öneriler	131
7. KAYNAKLAR.....	133
8. EKLER.....	147
EK 1	147
EK 2	148
EK 3	149
ÖZGEÇMİŞ.....	170

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1. Mühendislik Tasarım Süreci.....	32
Şekil 2. 2. Meta analiz aşamaları (Armağan, 2011).....	38
Şekil 2 .3. Sabit Etkiler Modeline Göre Çalışmaların Etki Büyüklükleri (Card, 2012).....	40
Şekil 2. 4. Rastgele Etkiler Modeline Göre Çalışmaların Etki Büyüklükleri Dağılımı (Card, 2012)	41
Şekil 2. 5. Yayın yanlılığının yokluğu (a) ve varlığı (b) durumunda huni grafikleri	47
Şekil 4. 1. Akademik Başarı Değişkeni Hedges's g Değerine Uygun Olarak Etki Büyüklüklerinin Dağılımına Yönelik Oluşturulan Huni Grafiği ...	78
Şekil 4. 2. Akademik Başarıyı İnceleyen Çalışmaların Orman Grafiği.....	82
Şekil 4. 3. Akademik Başarıyı İnceleyen Çalışmaların Funnel Diyagramı (Yayın Yanlılığı Grafiği).....	82
Şekil 4. 4. Akademik Başarıyı İnceleyen Çalışmaların Sınıf Düzeyi Moderatörüne İlişkin Orman Grafiği.....	88
Şekil 4. 5. Akademik Başarıyı İnceleyen Çalışmaların Yayın Türüne İlişkin Orman Grafiği.....	91
Şekil 4. 6. Akademik Başarıyı İnceleyen Çalışmaların Örneklem Büyüklüğüne İlişkin Orman Grafiği.....	94
Şekil 4. 7. STEM Tutum Değişkenini İnceleyen Çalışmaların Hedges'in Değerine İlişkin Etki Büyüklüğü Değerlerinin Dağılımına Yönelik Huni Grafiği	96
Şekil 4. 8. STEM Tutum Değişkenini İnceleyen Çalışmaların Orman Grafiği ve Çalışma Ağırlıkları.....	99
Şekil 4. 9. STEM Tutum Değişkenine İlişkin Çalışmaların Funnel Diyagramı (Yayın Yanlılığı Grafiği).....	100
Şekil 4. 10. STEM Tutum Değişkenini İnceleyen Çalışmaların Sınıf Düzeyine İlişkin Orman Grafiği.....	105
Şekil 4. 11. STEM Tutum Değişkenini İnceleyen Çalışmaların Yayın Türüne İlişkin Orman Grafiği.....	109
Şekil 4. 12. STEM Mesleklerine Yönelik Olan İlgileri Değişkeninin Hedges'in Değerine Göre Etki Büyüklüklerine Yönelik Dağılıma İlişkin Huni Grafiği	111
Şekil 4. 13. STEM Mesleklerine Yönelik İlgilerini İnceleyen Çalışmaların Orman Grafiği	113
Şekil 4. 14. STEM Mesleklerine Yönelik İlgileri Değişkenine İlişkin Çalışmaların Funnel Diyagramı (Yayın Yanlılığı Grafiği)	114

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 4. 1. Konu İle İlgili Olarak Ulaşılan Tüm Çalışmaların Dağılımı	69
Tablo 4. 2. Akademik Başarı Değişkenine Ait Çalışmaların Frekansları	70
Tablo 4. 3. Akademik Başarı Değişkenine İlişkin Araştırmaların Yıllara Göre Dağılımı.....	70
Tablo 4. 4. Akademik Başarı Değişkenine Ait Çalışmaların Sınıf Seviyelerine Göre Dağılımı.....	71
Tablo 4. 5. Akademik Başarı Değişkenine Ait Çalışmaların Örneklem Sayılarının Dağılımı.....	71
Tablo 4. 6. STEM Tutum Değişkenine Ait Çalışmaların Yayın Türlerine Göre Dağılımı.....	72
Tablo 4. 7. STEM'e ilişkin Tutuma Ait Araştırmaların Yıllara Göre Dağılımı	72
Tablo 4. 8. STEM Tutum Değişkenine Ait Çalışmaların Sınıf Seviyelerine Göre Dağılımı.....	73
Tablo 4. 9. STEM Mesleklerine Yönelik İlgileri Değişkenine Ait Çalışmaların Frekansları.....	73
Tablo 4. 10. STEM Mesleklerine Yönelik İlgileri Değişkenine Ait Çalışmaların Yıllara Göre Dağılımı.....	74
Tablo 4. 11. STEM Mesleklerine Yönelik İlgileri Değişkenine Ait Çalışmaların Sınıf Seviyelerine Göre Dağılımı.....	75
Tablo 4. 12. Akademik Başarı Değişkeninin %95 Güven Aralığında Bireysel Etki Büyüklüğüne İlişkin Bulgular	75
Tablo 4. 13. Akademik Başarı Değişkenine Ait Heterojenlik Bulguları.....	79
Tablo 4. 14. Akademik Başarı Değişkenine Ait Genel Etki Büyüklükleri	79
Tablo 4. 15. Akademik Başarı Değişkenine Ait Classic Fail-Safe N Analizi..	83
Tablo 4. 16. Akademik Başarı Değişkenine Ait Begg ve Mazumdar Sıra Korelasyonları Test Sonuçları.....	84
Tablo 4. 17. Akademik Başarı Değişkenine Ait Egger Regresyon Analizi Bulguları.....	84
Tablo 4. 18. Akademik Başarı Değişkeni Sınıf Seviyesine İlişkin Heterojenlik Analizi Bulguları	85
Tablo 4. 19. Akademik Başarıyı İnceleyen Çalışmaların Sınıf Düzeyi Moderatörüne İlişkin Rastgele Etkiler Modeli Etki Büyüklükleri..	86
Tablo 4. 20. Akademik Başarıyı İnceleyen Çalışmaların Yayın Türüne İlişkin Heterojenlik Analizi Bulguları	89
Tablo 4. 21. Akademik Başarıyı İnceleyen Çalışmaların Yayın Türü Moderatörüne İlişkin Rastgele Etkiler Modeli Genel Etki.....	90
Tablo 4. 22. Akademik Başarıyı İnceleyen Çalışmaların Örneklem Büyüklüğüne İlişkin Heterojenlik Test Bulguları.....	92
Tablo 4. 23. Akademik Başarıyı İnceleyen Çalışmaların Örneklem Büyüklüğü Moderatörüne İlişkin Rastgele Etkiler Modeli Genel Etki Büyüklükleri.....	93
Tablo 4. 24. STEM Tutum Değişkeninin %95 Güven Aralığında Bireysel Etki Büyüklüğüne İlişkin Bulgular	95

Tablo 4. 25.	STEM Tutum Değişkenini İnceleyen Çalışmalara Ait Heterojenlik Testi.....	97
Tablo 4. 26.	STEM Tutum Değişkenini İnceleyen Çalışmaların Genel Etki Büyüklükleri.....	98
Tablo 4. 27.	STEM Tutum Değişkenini İnceleyen Çalışmalara İlişkin Classic Fail-Safe N Analizi.....	101
Tablo 4. 28.	STEM Tutum Değişkenine Ait Begg ve Mazumdar Sıra Korelasyonları Analizi Bulguları	102
Tablo 4. 29.	STEM Tutum Değişkenine Ait Egger Regresyon Analizi Bulguları	102
Tablo 4. 30.	STEM Tutum Değişkenine Ait Sınıf Seviyesine İlişkin Heterojenlik Test Bulguları.....	103
Tablo 4.31.	STEM Tutum Değişkenini İnceleyen Çalışmaların Sınıf Düzeyi Moderatörüne İlişkin Genel etki büyüklükleri Bulguları.....	104
Tablo 4. 32.	STEM Tutum Değişkeni Yayın Türü Moderatörüne İlişkin Heterojenlik Test Bulguları.....	107
Tablo 4. 33.	STEM Tutum Değişkenini İnceleyen Çalışmaların Yayın Türü Moderatörüne İlişkin Genel etki büyüklükleri Bulguları.....	108
Tablo 4. 34.	STEM Mesleklerine Yönelik İlgilerinin %95 Güven Aralığında Bireysel Etki Büyüklüğüne İlişkin Bulgular	110
Tablo 4. 35.	STEM Mesleklerine Yönelik İlgileri Değişkeninin Heterojenlik Bulguları.....	111
Tablo 4. 36.	STEM Mesleklerine Yönelik İlgileri Değişkenine Ait Genel Etki Büyüklükleri.....	112
Tablo 4. 37.	STEM Mesleklerine Yönelik İlgileri Değişkenine İlişkin Classic Fail-Safe N Analizi Bulguları	115
Tablo 4. 38.	STEM Mesleklerine Yönelik İlgileri İnceleyen Begg ve Mazumdar Sıra Korelasyonları Bulguları.....	115
Tablo 4. 39.	STEM Mesleklerine Yönelik İlgileri İnceleyen Çalışmaların Egger Regresyon Analizi Bulguları.....	116

KISALTMALAR LİSTESİ

AB: Avrupa Birliği

ABD: Amerika Birleşik Devletleri

BSBÖ: Bilimsel Süreç Becerileri Ölçeği

CMA: Comprehensive Meta Analysis

FeTeMM: Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik

MEB: Millî Eğitim Bakanlığı

NGSS: Next Generation Science Standart

NRC: National Research Council

NSF: National Science Foundation

OECD: Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü

PISA: Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı

STEM: Bilim (Science), Teknoloji (Technology), Mühendislik (Engineering), Matematik (Mathematics)

STEAM: Science, Teknoloji, Engineering, Art, Math

TÜSİAD: Türk Sanayici ve İşadamları Derneği

TÜBİTAK: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu

TIMMS: Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması

YÖK: Yüksek Öğretim Kurulu

f: Frekans

n: Örneklem Sayısı

$\bar{X}$: Grup Ortalaması

%: Yüzde

p: İstatistiksel Anlamlılık

df: Serbestlik Derecesi

χ^2 : Ki-kare

Q: Q-istatistiği

Qb: Gruplar arası heterojenlik değeri

EB: Etki Büyüklüğü

CI : Güven Aralığı

GA : Güven Aralığı

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca her zaman iletişim kurabildiğim, destekleyici eleştirileri, güleryüzü, içtenliği ve sunduğu bakış açısıyla destek olan, tez danışmanım çok değerli Dr. Öğr. Üyesi Eylem EROĞLU'na,

Lisans eğitimimin başında tanımış olduğum, rol model belirlediğim, lisansüstü tezlerimin tüm süreçlerinde vermiş olduğu cesaret ve katkı için değerli hocam Prof. Dr. Gülşen LEBLEBİCİOĞLU'na,

Tez izleme toplantıları sürecinde, yapmış oldukları yapıcı eleştirileriyle tezimin oluşmasında katkıları bulunan güler yüzlü, samimi ve kıymetli hocalarım Dr. Öğr. Üyesi Meriç TUNCEL'e ve Doç.Dr. Eralp BAHÇIVAN'a,

Tez savunmama kıymetli zamanlarını ayırarak destek veren değerli jüri üyesi hocalarıma,

Yıllarımı verdiğim bu süreçte hep yanımda olan, desteğini esirgemeyen ve mezuniyetimi sabırsızlıkla bekleyen kıymetli eşime, hakları ödenmez anneme ve babama en kalbi sevgilerimi ve şükranlarımı sunuyorum.

1. GİRİŞ

Eğitimin temel amacı, günümüz şartlarına uygun şekilde tüm bireylerin nitelikli ve donanımlı şekilde yetiştirilmesine olanak sağlamaktır. Belirlenen temel amacı nitelikli şekilde gerçekleştirilebilmek, öğretimin detaylı olarak öğrenci ihtiyaç ve düzeylerine uygun şekilde yapılandırılması ve uygulanmasıyla mümkündür. Bu doğrultuda öğretime ilişkin stratejilerin önemi artmaktadır. Fer (2008, s.2), öğretim ilkelerinden hareketle, etkili bir öğretim süreci gerçekleştirebilmek için tüm aşamaların detaylı ve nitelikli şekilde planlanması gerektiğini ve bu sürecin öğretim tasarımı olarak ifade edildiğini belirtmiştir.

Eğitim ve öğretimin yapısı, bulunulan toplumun mevcut koşullarına bağlı olarak güncellenmekte ve ihtiyaçlar çerçevesinde yaşanan güncellemeler, eğitimde farklı kuram ve yaklaşımların oluşmasına zemin oluşturmaktadır. Fen eğitiminde kullanılması beklenen güncel yaklaşımlar, eğitim-öğretim sürecinde fen eğitiminde meydana gelen yenilikler sonucunda ortaya çıkmaktadır. Fen Bilimleri, bilimsel ve teknolojik altyapının oluşturulduğu, bireyin bilişsel gelişimini desteklediği bir alandır ve toplumsal gelişim açısından oldukça önemlidir (İşman vd., 2002).

Son zamanlarda fen eğitimi alanındaki çalışma sonuçları, fen öğretiminin geliştirilmesi için mühendislik tasarımı temelli yaklaşımın benimsenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır (Kelly, 2010). Mühendislik alanı, matematiksel ve bilimsel teori ile gündelik teknoloji arasında köprü görevi üstlenerek sosyal gereksinimlerin giderilmesi amacıyla, bilimin ilkeleri ile matematiğin temellerinin bütünleştirilmesini sağlar (Asunda, 2012). Günümüz eğitim anlayışında dikkate değer değişimler arasında kabul edilen STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) yaklaşımı; öğrenme ve öğretme süreci için matematik, fen, mühendislik ve teknoloji disiplinlerine yönelik içerik ve becerileri bütünleştirmeyi amaçlayan bir yaklaşımdır. Ülkemizde STEM, ilgili disiplinlerin kısaltmasından oluşan *FeTeMM* kısaltması ile kullanılmaktadır (Çorlu, 2014).

Günümüz eğitim sisteminde ivmelenerek popüler hale gelen ve önemli eğitim reformları arasında görülen STEM yaklaşımı, öğrencileri fen, teknoloji, matematik ve mühendislik disiplinlerinde bütüncül olarak ele alan disiplinlerarası

bir yaklaşımdır. (Berlin & Lee, 2005; Daugherty, 2013; Reiss & Holmen, 2007). Bu yaklaşım, ilgili disiplinlerin birbirinden bağımsız ve farklı konuları ele almalarından ziyade, yaşantısal durumlarla birlikte kullanmayı hedef alan bir öğretimi hedeflemektedir (Hom, 2014).

Amerika Ulusal Araştırma Konseyi (National Research Council [NRC]) (2011), tarafından sunulan raporlarda, bireylerin STEM disiplinlerine ilişkin başarılarının düşük düzeyde olması ve ilgili disiplinlere ilişkin eğitimi tamamlayan birey sayısındaki azalma sebebiyle, gelecek kuşağın herhangi bir ülkenin bugününün ve geleceğinin ihtiyaçlarını karşılamak konusunda yeterli olmayacağı belirtilmektedir. Dolayısıyla STEM eğitimi, bilimsel gelişmelere ayak uydurabilme ve öncü olabilme noktasında söz sahibi olabilmek ve sürdürülebilir ekonomik gelişim oluşturabilmek amacıyla önemli görülmektedir (Lacey ve Wright, 2009).

STEM'i meydana getiren bütün disiplinler, uyum sağlama yeteneği, etkili iletişim, öz denetim, sosyal beceriler, bilimsel düşünme ve problem çözme gibi 21. yüzyıl becerilerine sahip bireyler yetiştirebilme noktasında kilit rol üstlenmektedir (Bybee, 2010; NRC, 2010). STEM eğitimi alan öğrenciler karşılaştığı problemleri çözeabilen, özgüveni yüksek, mantıklı düşünen, yenilikçi, bilim okuryazarı bireyler olarak yetiştirilmektedir. (Morrison, 2006). STEM becerileri arzu edilen seviyede olmayan öğrencilerin ise, mühendislik ve fen disiplinlerine yöneelik mesleklere ya da bilim okuryazarlığı becerilerine ihtiyaç duyulan alanlara yeterli düzeyde eğilim olmadığı görülmektedir (Merrill & Daugherty, 2010). Maltese ve Tai (2010) çalışmalarında, STEM temelli öğrenim gerçekleştirilen son sınıf düzeyindeki ortaokul öğrencilerinin ilerleyen dönemlerde STEM'e yönelik alanları tercih etme seviyelerinin, bu eğitim temelinde öğrenim almayanlara kıyasla üç kat fazla olduğunu belirtmektedirler. Bundan dolayı, öğrencilerin STEM'i oluşturan disiplinlere yönelik ilgilerinin erken yaşlarda farkedilerek, ilerleyen yıllarda STEM'e yönelik alanları tercih etmelerine rehberlik edilmelidir (Raju & Clayson, 2010).

Toplumsal olarak, sürdürülebilir bilimsel ve ekonomik gelişimin sağlanabilmesi için gerekli olan iş alanlarında, STEM disiplinlerinde uzman bireylerin yetiştirilmesinin ve STEM eğitimine ağırlık verilmesinin büyük öneme sahip olduğu söylenebilir (Raines, 2012). Bu doğrultuda, birçok ülkede, fen

öğretim programlarında STEM temelli öğretim programlarının temel alındığı ifade edilebilir. Murphy ve Mancini-Samuelsen (2012) çalışmalarında, lise öğrencilerine ilişkin daha fazla benimsenmiş olan STEM eğitiminin son yıllarda ortaokul kademesine indirgendiğini vurgulamışlardır.

Öğretim programlarında yaşanan aksaklıklar, beceri boyutundaki uygulama eksiklikleri gibi sebeplerle ülkemizde 2017 yılında programlarda değişikliklere gidilmiş ve fen programlarında STEM yaklaşımına bir yönelim olduğu görülmektedir. STEM; matematik, doğa bilimleri (fizik ve biyoloji, tarım bilimleri dahil), mühendislik teknolojileri ve bilgisayar/bilgi bilimleri alanları geniş bir disiplin alanı kapsamaktadır (Chen, 2009). Bu bağlamda STEM hem dört farklı disiplindeki temel kavramlara hem de bu disiplinlerdeki becerilere odaklanmaktadır. Bu açıdan STEM farklı disiplinleri birleştirmesinin yanısıra beceri gelişimine de önem vermesi açısından önemlidir. STEM alanlarında yetenek sahibi bireyler yetiştirmek, bu birikimi nesilden nesile aktarmak, günümüzde teknolojiye ilerlemek ve gelişmiş ekonomiye sahip olmak, birçok ülkenin eğitim stratejisinin önemli bir parçasını oluşturmaktadır, çünkü gelecekte STEM uygulamalarıyla yetişmiş ve farklı disiplinleri bir bütün içerisinde öğrenmiş bireylere ihtiyaç duyulacağı kabul görmektedir (TUSİAD, 2014a)

Günümüzde becerilerde meydana gelen değişim veya yeni becerilerin ortaya çıkmasında önemli olaylardan biri de dördüncü sanayi devrimidir. Dördüncü sanayi devrimini fiziksel dünya ile dijital yapılar-sistemler ve biyolojik varlıklar arasındaki ilişkilerin yeniden kurgulandığı, makinelerin birbiri ile iletişim içinde olduğu ve bilgi teknolojilerini kullanarak aklımıza gelebilecek her şeyin birbiri ile ilişkilendirildiği ağlar oluşturmaktadır. (TEDMEM, 2016) Bu duruma 3D yazıcılar, yapay zekâ, robot teknolojisi, nano-teknoloji ve bio-teknoloji alanlarındaki gelişmeler örnek gösterilebilir. Dördüncü Sanayi Devrimi ile birlikte temel becerilerin yanısıra problem çözme, eleştirel düşünme, yaratıcılık, duygusal zekâ, insan yönetimi, karar verme, kompleks düşünme gibi çoklu düşünme becerilerinin de kazanılması da gerekmektedir. Çünkü bu becerilere sahip kişiler için önemli fırsatlar ortaya çıkarken, sadece iş gücüne dayalı mesleklerinde yok olma tehlikesi vardır. Yani düşük ve orta düzeyde beceriye sahip olan kişilerin yaptığı mesleklerin yok olma ve bu mesleğe sahip kişilerin işlerini kaybetme durumu ortaya çıkmaktadır. Bu noktada bu becerilerin

kazandırılmasının önemi artmaktadır. Bilgi veya programın kazandırılabilmesi için genel ve felsefî vizyon ve misyonlar belirlenerek bunların önce alt amaçlara daha sonra da ölçülebilir ve gözlenebilir davranışlara dönüştürülmesi gerekir (Çepni, 2017). Bireyleri geleceğin mesleklerine hazırlamada, okullara yani eğitim sistemine büyük görev düştüğü düşünülmektedir. Öğretim programlarında STEM yaklaşımına verilen önemin nedeni ortaya çıkmaktadır. Bilindiği üzere STEM’de öncelikle sahip olduğumuz bilgileri ve bununla birlikte ilişki kurma, yaratıcılık gibi becerileri kullanarak bir soruna çözüm bulma veya bir ürün ortaya koyma yer almaktadır. Yani söz konusu olan disiplinlerdeki bilgilerin doğrudan günlük yaşama yansıtılması gerekir. Bu nedenle STEM’in geleceğin meslekleri olarak adlandırılan mesleklere ilişkin becerilerin kazandırılmasında büyük önem arz ettiği söylenebilir.

Özetle; öğrencilere karşılaştıkları problemlerin çözümünde disiplinlerarası ve yenilikçi bakış açısına yönelik beceri ve bilgi kazanımını amaçlayan, öğrencilerin 21. Yüzyıl becerilerine sahip şekilde eğitim almasına imkân sağlayan STEM yaklaşımı, her bir öğrencinin STEM disiplinlerine ilişkin uzmanlaşabilme hususunda fırsatlar sunabilmesi açısından önemli görülmektedir (Meyrick, 2011). STEM temelli fen bilimleri öğretim programının öğrencilerin STEM alanlarına ilişkin ilgi ve tutumunu olumlu yönde değiştireceği ifade edilebilir. Çalışmaya ilişkin detaylar çeşitli alt başlıklar çerçevesinde, sırasıyla bu bölümde sunulacaktır.

1.1 Problem Durumu

Herhangi bir kişinin STEM uygulamalarına yönelik çalışma yapabilmesi için ilgili disiplinler arasında bilgi alışverişi yapabilmesi gerektirmektedir. STEM uygulamalarına yönelik alanyazın incelendiğinde, bu uygulamalarla ilgili yapılan çalışmaların özellikle son dönemde arttığı görülmektedir. Ülkemizde ise son yıllardan itibaren bu konuda daha fazla çalışıldığı görülmektedir. Literatürde bulunan STEM (FeTeMM) uygulamalarına ilişkin araştırmalar incelendiğinde, disiplinler arası yaklaşımda temele aldıkları unsurların farklılaştığı ve proje tabanlı, probleme dayalı, sorgulamaya dayalı öğretim yaklaşımı gibi yaklaşımların ele alındığı görülmektedir. Farklı felsefî temellere dayanan bu yaklaşımların tercih edilmesi, STEM yaklaşımına uygun öğretim uygulamaları hazırlayan bireylerin,

eğitim- öğretim uygulamaları planlarken tereddüt yaşamalarına ve planlamaya ilişkin sorunların ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

Öğrencilerin birbiriyle ilişkili olan STEM alanlarına yönelik başarılı bir kariyer sahibi olabilmeleri, ilgili alanların disiplinlerarası yaklaşımla bütünleştirilebilmesiyle mümkün olacaktır (National Society of Professional Engineers [NSPE], 2013). İfade edilen bütünleştirmenin sağlanabilmesi amacıyla ortaokul seviyesine göre oluşturulmuş, öğrencilerin ilgisini çekebilecek bütünlük ve sarmal öğretim programlarının yapılandırılması kaçınılmaz hale gelmektedir (Ertmer ve Simons, 2006; Falloon vd., 2020). Disiplinlerarası yaklaşımla hazırlanmış bütünlük bir öğretim programının, öğrencilerin akademik başarılarını olumlu yönde etkilediği ifade edilebilir. Literatürde ortaöğretim kademesinde bütünlük öğretim programı ile eğitim alan öğrencilerin, geleneksel öğretim programıyla eğitim alan öğrencilere kıyasla akademik başarılarının daha yüksek olduğuna ilişkin dikkate değer sayıda araştırma bulunmaktadır (Czerniak vd., 1999; Hinde, 2005). Ayrıca bütünlük öğretim programlarının öğrencilerin öğrenmeye ilişkin ilgi, tutum ve motivasyonlarını artırdığı söylenebilir (Erlandson ve McVittie, 2001).

Öğrencilerin, STEM yaklaşımının hedeflemiş olduğu, öğrenme çıktılarına en yüksek düzeyde erişebilmesi için bütünlük öğretim programlarının hedeflenen amaçlara uygun şekilde yapılandırılması gerekmektedir (Stohlmann vd., 2012). Bu doğrultuda, STEM temelli öğretim programı içeriğinin herhangi bir disipline ait ders içeriğinden hangi yönleriyle farklılaştığının algılanması, STEM uygulamalarının daha kolay anlaşılması ve uygulanmasına zemin hazırlar. Öğretmenlerin disiplinlerarası bir öğretim oluşturabilmesi en az iki disiplin temelinde planlama yapmalarıyla sağlanabilir (Henderson ve Dancy, 2007).

Alanyazın incelendiğinde, STEM yaklaşımına ilişkin uygulanabilecek etkinliklerin birden fazla disipline ilişkin bilgi içerdiğine yönelik açıklamalar bulunmasına karşın, uygulamalarda birden fazla disipline nasıl odaklanılabileceğine ilişkin yeterli düzeyde bilgi yer almamaktadır. STEM yaklaşımı, ilgili dört alanı barındırması ve her bir alana ilişkin alt dalların bulunmasından kaynaklı olarak farklı alanlardaki öğretmenlerin işbirliği ile çalışmalarını gerektirmektedir (Barakos vd., 2012; Thibaut vd., 2018). Ayrıca öğretmenlerin STEM temelli ders planı hazırlayabilmek amacıyla

kullanabilecekleri standart bir model olmaması STEM uygulamalarının oluşturulmasında sorun teşkil etmektedir (Thibaut vd., 2018). STEM uygulamalarının planlanmasında dikkat edilecek hususları, uygulama sonucunda öğrenenlerde gerçekleşecek değişiklikler, uygulamalar arasındaki farklı benzer noktalar incelenerek araştırmacılarda farklı bakış açıları oluşturabilmek amaçlanmıştır. Tez araştırmasında STEM uygulamalarının ülkemizdeki çalışmalarını inceleyip ve bu uygulamalarla eğitimde nerede olduğumuzu göstermek amaçlanmıştır. Bu bağlamda çalışmanın, STEM temelli oluşturulmuş ders planlarında, araştırmacılar ve uygulayıcıların referans alabileceği standart bir çerçeve tespit edilebilmesi amacıyla; STEM uygulamalarının daha ayrıntılı olarak anlaşılmasına katkı sunulması beklenmektedir.

1.2 Araştırmanın Amacı

Günümüzde problem çözebilmeye ilişkin her bireyde bulunması hedeflenen 21. yüzyıl becerilerine sahip bireyler yetiştirebilme noktasında STEM uygulamaları etkin rol oynamaktadır. Kalifiye şekilde yapılandırılmış STEM uygulamaları, disiplinlerarası düşünme becerisi ile birlikte 21. yüzyıl becerilerini kullanma fırsatı sunmaktadır. Ülke kalkınmasında kilit role sahip sanayilere nitelikli personel sağlayabilmek amacıyla STEM temelli eğitim anlayışının benimsenmesi kaçınılmaz hale gelmektedir (Türk Sanayicileri ve İş Adamları Derneği [TÜSİAD], 2017).

21. yüzyıldan itibaren uluslararası öğrenci ölçme ve değerlendirme sınavlarına (Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı [PISA], Uluslararası Matematik ve Fen Çalışmalarındaki Eğilimler [TIMSS]) dahil olan ülkemiz öğrencilerinin Matematik ve Fen Bilimleri alanlarına ilişkin puan ortalamalarının (Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü) OECD ülkelerindeki öğrencilere ait puan ortalamalarına kıyasla oldukça düşük seviyede olduğu söylenebilir (OECD, 2010). Uluslararası ölçme ve değerlendirme platformlarında başarıyı artırabilmek için farklı beceriler geliştirebilmeye imkan sağlayan STEM uygulamalarının etkin şekilde eğitim sürecinde yer edinmesi gerekmektedir (MEB, 2016).

STEM uygulamaları gerçekleştiren araştırmalar incelendiğinde, uluslararası düzeyde çok fazla çalışma bulunmasına karşın, ülkemizde STEM yaklaşımına yönelik çalışmaların görece az sayıda söylenebilir. Tezel ve Yaman (2017) yapmış oldukları çalışmada, ülkemizde yapılan STEM çalışmalarının son

yıllarda artış gösterdiği, ancak STEM yaklaşımına ilişkin yurtiçi çalışmaların yurtdışı çalışmalara kıyasla düşük seviyede kaldığı sonucuna ulaşmışlardır. Dolayısıyla yapılan bu çalışmanın ortaya koyacağı sonuçlar ile yapılacak genellemelerin STEM temelli çalışmalara rehber olabilmesi açısından alana katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu araştırmanın amacı, STEM uygulamalarının, öğrencilerin Fen öğrenme düzeyi, STEM tutumları ve STEM mesleklerine yönelimlerine etkisinin etki büyüklük düzeylerini meta analiz aracılığıyla ortaya koymaktır. Bunun için yurt içinde yapılmış mevcut araştırmalarla ilgili literatür incelenmiştir. 2010-2022 tarih aralığında yayımlanmış, araştırma problemine cevap niteliği taşıyan ve meta analiz araştırmasında kullanılabilecek istatistiksel verileri barındıran lisansüstü tezler ve makaleler ulusal veri tabanlarından (Yök Ulusal tez tarama merkezi, Google Akademik, Ulakbim) taranarak incelenmiştir. Literatür taraması sonucunda yurt içinde konu ile ilgili ulaşılan çalışmalar içerisinden araştırmaya dahil edilme ölçütlerini karşılayan çalışmalar seçilerek etki büyüklüklerine bakılmıştır. STEM yaklaşımına yönelik çalışmalar özellikle 2010'lu yıllarda başlayıp, günümüze doğru yoğunlaşarak arttığından 2010-2022 yılları arasında ki çalışmalar değerlendirmeye alınmıştır. Araştırmanın bağımlı değişkenlerini ortaokul öğrencilerinin Fen Öğrenme düzeyleri, STEM tutumları ve STEM mesleklerine yönelik ilgilerine ait etki büyüklükleri, bağımsız değişkenleri ise yayın türü, sınıf seviyesi ve örneklem büyüklüğü olarak belirlenmiştir. Meta Analiz yöntemiyle alan yazında yer alan STEM uygulamaları ile ilgili yapılan çalışmaların sonuçları birleştirilerek yorumlanmıştır. Belirlenen amaç çerçevesinde bu çalışmada aşağıdaki sorulara cevap oluşturulmaya çalışılacaktır.

1. STEM uygulamalarıyla gerçekleştirilen Fen eğitiminin, öğrencilerin akademik başarılarına etkisi var mıdır?
2. STEM uygulamalarıyla gerçekleştirilen Fen eğitiminin, öğrencilerin STEM'e yönelik tutumlarına etkisi var mıdır?
3. STEM uygulamalarıyla gerçekleştirilen Fen eğitiminin, öğrencilerin STEM mesleklerine yönelik ilgilerine etkisi var mıdır?
4. Çalışmaların etki büyüklükleri arasında öğrencilerin sınıf düzeyine göre akademik başarılarında anlamlı düzeyde farklılık var mıdır?

5. Çalışmaların etki büyüklükleri arasında çalışmaların yayın türü açısından öğrencilerin akademik başarılarında anlamlı düzeyde farklılık var mıdır?
6. Çalışmaların etki büyüklükleri arasında çalışmaların örneklem büyüklüğü açısından öğrencilerin akademik başarılarında anlamlı düzeyde farklılık var mıdır?
7. Çalışmaların etki büyüklükleri arasında çalışmaların sınıf düzeyi açısından öğrencilerin STEM tutumlarında anlamlı düzeyde farklılık var mıdır?
8. Çalışmaların etki büyüklükleri arasında çalışmaların yayın türü açısından öğrencilerin STEM tutumlarında anlamlı düzeyde farklılık var mıdır?

1.3 Araştırmanın Önemi

Fen eğitiminde gerçekleştirilen STEM uygulamaları; bilim ve teknoloji alanlarında yeni şeyler ortaya koyması, mühendisliğe yönelimi sağlaması, öğrencilerin projelerini günlük yaşama aktarabilmesini ve disiplinler arası görüşlerini geliştirebilmesi nedeniyle yaşadığımız zamanda çok önemli bir konumdadır (MEB, 2017). Fen Bilimleri dersi de 21. yy becerilerinin öğrencilere kazandırılmasında çok büyük öneme sahiptir (Bahar vd., 2018). Fen Bilimleri dersi kapsamında özellikle ortaokul ve lise seviyelerinin, Fen'in teknoloji, mühendislik ve matematik alanları ile bütünleştirilmesinde en iyi dönemler olduğu düşünülmektedir (Bybee, 2000). Etkili bir fen eğitimi de öğrenme ve öğretme ortamları iyi hazırlandığında ve uygun koşullar sağlandığında gerçekleşecektir. Bu sayede bireyler Fen'i farklı disiplin alanlarıyla bir araya getirerek günlük yaşamlarında uygulayacaklardır. Yaşadığımız zamanda etkili bir fen eğitiminin verilmesinin yanında fen eğitiminin farklı disiplinler ile arasındaki bağlantının da verilmesi önemlidir. Fen eğitimi, yaşadığımız zamanda teknoloji, mühendislik ve matematikten farklı bir yerde tutulmamaktadır. Bundan dolayı da eğitim işiyle uğraşan kişiler ve çok sayıda ülke, STEM alanlarının bütünsel olarak kullanılması gerektiğinin önemini vurgulamaktadır (Yıldırım ve Selvi, 2017).

STEM uygulamaları son zamanlarda, 21. yy. ihtiyaçlarına yönelik olması nedeniyle dünyanın birçok yerinde fen eğitiminde uygulanmaktadır (Çolakoğlu ve Gökben, 2017). STEM uygulamaları özellikle teknolojinin temelini oluşturan Fen Bilimleri dersinde uygulanmak üzere Fen Bilimleri dersi için oluşturulmuştur (Brophy vd., 2008). Bundan dolayı Fen Bilimleri dersine ait mevcut öğretim

programında, öğrencilerin keşfederek ve yaparak-yaşayarak öğrendiklerini, yaratıcılık becerilerinin ortaya konduğu, öz güvenlerinin artırıldığı STEM yaklaşımının uygun şekilde yer alması büyük öneme sahiptir. Bunun yanında son zamanlarda gelişmiş olan ülkelerde STEM ile ilgili araştırmalar yaygınlaşmıştır (Bybee, 2010; Gonzalez ve Kuenzi, 2012).

STEM uygulamaları, hem ulusal hem de uluslararası düzeyde yapılan çalışmaların hızla artması bu çalışmaların bütüncül olarak incelenmesi ihtiyacı doğurmuştur. Çünkü; sistematik ve bütüncül bir şekilde belirli bir alanda araştırma yapılan çalışmaların incelenmesi o alanda ilerleyen zamanlarda yapılacak araştırmalara yol gösterici ve yön belirleyici olacaktır (Çalık ve Sözbilir, 2014).

Sonuç olarak ülkemizde çalışma konuları arasında son zamanlarda popülerliği bir hayli artan STEM yaklaşımı kapsamında, Fen Bilimleri dersinde gerçekleştirilen STEM uygulamalarının ortaokul öğrencilerin akademik başarıları, STEM'e yönelik tutumları ve STEM mesleklerine yönelik ilgileri üzerindeki etkisiyle ilgili birbirinden bağımsız ve farklı zaman dilimlerinde yapılan çalışmalarda farklı sonuçlara ulaşıldığı görülmüştür. Bundan dolayı da belirlenen kriterlere göre incelenecek olan deneysel desenli yürütülen çalışmaların sistematik olarak bütüncül bir bakış açısı ile incelenmesi ve genel etki durumunun ortaya koyulması gerektiği ihtiyacı olduğu görülmektedir. Bu ihtiyacın giderilmesi de meta-analiz uygulamalarının yapılması ile mümkün olacaktır. Ülkemizde STEM etkinliklerinin Fen Bilimleri dersindeki öğrencilerin STEM'e yönelik tutumları, akademik başarıları ve STEM alanlarındaki mesleklere yönelik ilgileri üzerindeki etkisini inceleyen deneysel desenli çalışmalardan oluşturulacak verilerin incelenmesiyle ortaya çıkacak olan bir betimsel incelemenin ve meta-analiz çalışmasının, STEM uygulamalarının Fen Bilimleri dersine katkısı açısından akademik boşluğu tamamlayacağı ve konu ile alakalı alanyazınına katkıda bulunulacağı düşünülmektedir. Bu çalışma sonucu itibarıyla de bundan sonraki zamanlarda yapılacak olan benzer araştırmalara da yön verebilecektir. Ayrıca bu çalışma STEM etkinliklerinin ülkemizde Fen Bilimleri dersinde akademik başarı, STEM tutum ve STEM mesleklerine yönelik ilgileri üzerindeki genel etki durumunu ortaya çıkarmak adına önemlidir.

Birbirinden bağımsız şekilde gerçekleştirilen STEM yaklaşımına yönelik araştırma sonuçlarının meta-analizle bir araya getirilmesiyle elde edilen bulgular, STEM uygulamalarının öğretimde kullanılma stratejisini etkileyeceğinden fen eğitimi için büyük öneme sahiptir. Ayrıca bu çalışmanın STEM uygulamalarıyla ilgili genel bir bakış açısı sunacağından dolayı ilgili alan yazına katkı sağlayacağı söylenebilir. Ülkemizde de bu konuya yönelik araştırmanın sayısının azlığı çalışmanın önemini artırmaktadır. Araştırmadan sonuçlarının, öğretim programı ve ders kitaplarının oluşturulmasında görev alan komisyon üyelerine, öğrenme ortamını düzenleyen öğretmenlere ve özellikle STEM eğitime yönelik araştırma yapacak olan araştırmacılara rehberlik edeceği düşünülmektedir. Ayrıca ülkemizde meta analize yönelik gerçekleştirilen araştırma sayısının düşük düzeyde olması, bu çalışmanın farklı konularda meta-analiz yöntemiyle araştırma yapacak olan araştırmacılara yol göstereceği düşünülmektedir.

1.4 Sınırlılıklar

1) İstatistiki olarak anlamlı düzeyde farklılıklar tespit edilen araştırmaların yayımlanması istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklılık tespit edilmemiş olan çalışmaların göz ardı edilmesine neden olmaktadır. Bu durum meta analiz çalışmasının geçerliliğini olumsuz yönde etkilemektedir (Şahin, 2005). Araştırmacı meta-analiz çalışmasına dahil edeceği araştırmalara yönelik ölçütlere ve hangi değişkenlerin kodlanacağına ilişkin karar verici olduğundan dolayı meta-analiz yönteminden elde edilen verilerin objektiflik düzeyi düşüktür (Armağan, 2011). Bu bağlamda araştırmanın sınırlılıkları meta-analizin sahip olduğu sınırlılıklarla örtüşmektedir.

2) Araştırmaya dahil edilen çalışmalar, eğitim düzeyi bakımından ortaokul düzeyinde yapılan çalışmalarla sınırlıdır.

3) Araştırmaya dahil edilen çalışmalar, bağımlı değişken bakımından akademik başarı, stem tutumları ve STEM mesleklerine yönelik ilgilerini ölçmeye yönelik çalışmalarla sınırlıdır.

4) Gerçekleştirilen alanyazın incelemesi sonucunda 2010 yılı ile 2022 yılları arasında Türkiye’de yayınlanan çalışmalara ulaşılabilmiştir. Araştırmaya dahil edilen çalışmalar tarama ile ulaşılan çalışmalarla sınırlıdır.

5) Araştırmanın incelenen çalışmalar, lisansüstü tezler ve hakemli dergilerde yayımlanmış olan makalelerle sınırlandırılmıştır.

6) İngilizce ve Türkçe dillerinde yayımlanmış olan bu araştırmalar çalışmaya dâhil edilmiş, diğer dillerde yayımlanmış olan araştırmalar kapsam dışında bırakılmıştır.

1.5 Varsayımlar

1) Meta-Analize dâhil edilen çalışmaların bulgularının objektif bir şekilde raporlaştırıldığı varsayılmıştır.

2) Meta-Analize dâhil edilen çalışmalarda sunulmuş olan verilerin güvenilir olduğu kabul edilmiştir.

3) Meta-Analize dâhil edilen çalışmaların deneysel araştırma kurallarına göre gerçekleştirildiği varsayılmıştır.

1.6 Tanımlar

Akademik Başarı: Belirli eğitim-öğretim faaliyetinin sonucunda öğrencinin programın öğrenme çıktılarına ilişkin ortaya koymuş olduğu yeterlilik düzeyidir (Demirel, 2003).

STEM: STEM, matematik, teknoloji, mühendislik ve fen disiplinlerin bütünleşmesiyle, bireylerin disiplinlerarası yaklaşımla çalışabilmesine ve anlamlı öğrenmesine olanak sağlayan, edinmiş oldukları bilgileri günlük yaşantılarında kullanabilmelerine imkan sağlayan ve öğrencilerin 21. yy yeterliklerinin gelişmesine imkan sağlayan bir eğitim yaklaşımıdır (Dugger, 2010; Yıldırım ve Selvi, 2016).

STEM Eğitimi: STEM eğitimi, öğrencilerin karşılaşmış oldukları problemlere ilişkin sahip oldukları bilgiler arasında disiplinlerarası geçiş yapmasına fırsat oluşturarak bilgi, beceri ve deneyim kazanmasını amaçlamaktadır (Şahin vd., 2014). Bilginin, günlük yaşantıda karşılaşılan problemler üzerinde kullanılmasını ve 21. yüzyıl becerilerinin gelişmesini sağlayan eğitim yaklaşımıdır. (Yıldırım ve Altun, 2015). STEM eğitimi, okul öncesi eğitim kademesinden itibaren tüm kademelerde, hiyerarşik şekilde tüm eğitim ve öğretim sürecine dahil edilen disiplinler arası bir yaklaşımdır (Gonzalez & Kuenzi, 2012).

STEM Uygulamaları: STEM uygulamaları, öğrencilerin ilgili alanlara yönelik formal ve informal etkinliklerin tamamını kapsamaktadır ve bu

etkinliklerin amacı öğrencilerin yaratıcılık ve hayal güçlerinin gelişimini desteklemek, herhangi bir materyal geliştirirken yanal düşünme, analitik ve eleştirel düşünme, problem çözme becerilerini geliştirilmesine imkan sağlamaktır. Öğrencilerin Fen Bilimleri dersinde, materyal tasarlarırken soyut olan kavramları somut hale getirmesini sağlar (Ceylan, 2014).

STEM’e Yönelik Tutum: STEM alanlarına yönelik yapılan etkinliklerde ortaya koyulması beklenen davranışlar (Yıldırım, 2016).

Meta Analiz: Belirlenmiş olan herhangi bir konuya ilişkin gerçekleştirilmiş olan birden fazla bireysel çalışmanın sonucunu istatistiki analizlerle bir araya getirerek konuya ilişkin bütüncül olarak bilgi sağlayan bir literatür tarama yöntemidir (Hunter & Schmidt, 1990).

Etki Büyüklüğü: Bir araştırmadaki değişkenler arasındaki ilişkinin yönü ve gücünün tespit edilmesinde kullanılabilecek standart bir ölçü değeri olarak tanımlanabilir.

2. ARAŞTIRMANIN KURAMSAL TEMELİ VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Bu bölümde çalışmanın konusunu oluşturan STEM Eğitimi, ülkemizde ve dünyada STEM Eğitimi ve fen eğitiminde STEM uygulamaları ve ilgili konulardaki yapılmış olan araştırmalara yer verilmiştir.

2.1 Kuramsal Temel

2.1.1 Fen Bilimleri Eğitimi

Fen bilimleri, ilk öğretim okullarındaki temel derslerden biridir. Eğitimin temel amaçlarının en başında bireyleri günlük yaşamda karşılaşılabilecek problemlere çözüm bulabilecek becerilerle donatmaktır. Bu amacın gerçekleştirilebilmesi için fen bilimleri ve bu alandaki derslerin öğrenilmesi büyük önem taşımaktadır (Coştu, Ünal, & Ayas 2007).

Fen eğitiminin önemi için George DeBoer, Fen eğitiminin benimsemiş olduğu amacını tek bir kelimeyle ifade edebilmek istenmiş olsaydı en uygun kelimenin araştırma kelimesi olacağını ifade etmiştir (Chiappetta, 1997). Gerekli bilişsel yeteneklerin geliştirilmesi, bilimsel araştırmanın önemli bir parçasıdır. Çünkü öğrenenlerin söz konusu ilişkileri kurabilmesi, öğrencilerin gerçek yaşam problemlerine yaklaşımı ve bu problemlere buldukları çözümleri başka problemlere uyarlama yetenekleriyle sağlanabilecektir (Dewey, 1907). Çünkü fen eğitimi olarak yetişen bireyler bu beceriler sayesinde karşılaştıkları problemleri araştırıp, sebep sonuç ilişkileri kuran ve problemler için yeni çözüm yolları önerebilen bireyler olacaklardır (Sarıkaya, 2010). Fen eğitiminin bu amaca ulaşabilmesi için uygulanan yöntemler ve hedeflenen becerilerin açıklanması büyük önem taşımaktadır. Fen öğrenmek bireylere, doğal ihtiyaçlarına daha kolay ulaşmaya, çevreyle uyum sağlamaya ve doğadaki zorlukların üstesinden gelebilmeye ilişkin gerekli olacak becerileri kazandırır. Fen bilimleri ile ilgili konuları ve uygulanan etkinlikleri anlamlı hale getiren bireyler, yaşadığı çevreyi ve evreni algılayabilme, karşılaştığı olayları eleştirebilme ve analitik düşünebilme becerilerine sahip olurlar (Temizyürek, 2003). Yaşadığımız dünyanın vazgeçilemez bir parçası olan fen bilimleri, bireylerin, yaşamın temel prensiplerinin öğrenmek ve bunları uygulama noktasında önem taşımaktadır. Dolayısıyla fen bilimleri eğitimi bireyleri hayata hazırlarken yaşam boyunca

karşılarına çıkacak tüm durumlara hazırlıklı olmalarını sağlayan bir alandır (Cömert & Kıyıcı 2013; Yavru & Gürdal 1998). Sosyal ve beşerî bilimler arasında temel taşı niteliği taşıyan fen bilimleri eğitimi, ilköğretim 4. sınıftan başlayarak lisans eğitimi de dahil bireylerin eğitim sürecinin birçok aşamasında karşısına çıkmaktadır (Demirbaş ve Yağbasan, 2006). FEN eğitiminin amacı bir takım doğa kanunlarını ve tanımları ezberletmek değil, insana aklını kullanarak bilimsel düşünce, araştırma ve sorgulama kabiliyetini kazandırmak ve yaşadığı çevreyi doğru anlamasını sağlamak olmalıdır. (Kaptan & Korkmaz 2001).

2.1.2 Fen bilimleri Eğitiminin Genel Amaçları

Örgün ve yaygın eğitim kurumlarında tüm eğitim faaliyetleri önceden hazırlanan bir program çerçevesinde gerçekleştirilir. Kurumda, bireye hangi davranışların nasıl kazandırılacağı eğitim programlarında yer almaktadır. Bu nedenle eğitimin niteliği, büyük ölçüde uygulanan programa bağlıdır ve bu bağlamda Fen bilimleri öğretim programlarının da değişen ve gelişen bilimin ışığında sürekli yenilenmesi gerekmektedir. Bu amaca ulaşabilmenin tek yolu, fen bilgisi müfredatının eğitim, bilim ve teknolojiye meydana gelen ilerlemelere ve gelişmelere uygun bir şekilde yeniden düzenlenmesidir.

Temel Bilimlerin en değerli unsurlarından biri olan fen bilimleri eğitiminin genel amaçlarını şu şekilde sıralamıştır. (Doğanay, 2018):

1. Araştırma ve keşfetmeye yönelik amaç; bilim insanına benzer şekilde araştırma yapabilme ve bilimsel süreç becerilerini etkin kullanma.
2. Gözlem ve tanımlamaya yönelik amaç; sıralama, ölçme, hipotez kurma, hipotezleri test etme ve kontrol etme, eleştirme, sınıflama, verileri yorumlama ve model oluşturma.
3. Bilimsel bilgi edinme öğrenme ve kavrama (olgu, yasa, ilke, kanun ve kuramlar).
4. Hayal gücü ve ürün geliştirme.
5. Fen eğitimine, öğretmene ve fen öğrenmeye ilişkin olumlu tutum geliştirme.
6. Kazanılmış olan bilgi ve becerileri teknoloji temelli problemlerin çözümünde kullanabilme.
7. Yaşam boyu sağlık ve beslenmeye ilişkin konularda söylentilere değil, bilimsel bilgilere uygun şekilde hareket etme.
8. Fen alanını diğer alanlarla bütünleştirebilme.

9. Fen okuryazarı birey olarak yaşamını sürdürme.

Belirlenen amaçlar incelendiğinde, fen bilimleri dersi öğretim programında öğrenciye bilginin doğrudan sunulmasından ziyade, bilgiye farklı yollardan erişebilme becerisinin kazandırılması hedeflenmektedir. Belirlenen hedeflere erişebilmek ancak eğitim-öğretim sürecine öğrencilerin aktif katılımı ile sağlanabilir. 2017 yılında yayımlanmış olan Fen Bilimleri Öğretim Programında öne çıkan hususlardan birisi de fen ve mühendislik disiplinleri temelinde bir eğitim anlayışına yer verilmiş olmasıdır. Günümüzde, tek bir disiplinin eğitiminden ziyade birden fazla disiplinin birbirleriyle bütünleştirilmesine yönelik bir anlayış mevcuttur. Günümüzde güncellenmiş ve yürürlükte olan fen bilimleri dersi öğretim programında benzer bir yaklaşımın olduğu görülmektedir. Güncellenen programda fark edilen bir diğer değişiklik, öğrencilerin sosyo-bilimsel konulara ilişkin yorumlayabilme yeteneğini geliştirmeye yönelik kazanımlardır. Günümüz problemlerine yanal bakış açısıyla çeşitli çözümler üretebilen bireyler, 21. yüzyıl becerilerini edinmiş ve davranışa dönüştürebilmiş kişiler olacaktır (Doğan, 2019).

2.1.3 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programının Amaçları

Türk Millî Eğitiminin Temel İlkeleri ve Genel Amaçları esas alınarak hazırlanan Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda belirlenen temel amaç, tüm bireyleri fen okuryazarı olarak yetiştirmektir (MEB, 2018a). Fen bilimleri dersi öğretim programının amaçları ayrıntılı incelendiğinde aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

1. Fen Bilimleri alanına dahil olan tüm konularla ilgili temel bilgiler kazandırılması,
2. Öğrenenlere bilimsel süreç becerilerinin ve bilimsel araştırma yaklaşımının kazandırılması,
3. Birey, çevre ve toplum arasındaki ilişkiye dikkat çekerken sürdürülebilir kalkınma bilinci oluşturulması,
4. Bireyin yaşantısında karşılaştığı sorunlarla ilgili sorumluluğu üstlenmesi ve çözüm için bilimsel süreç becerileriyle birlikte yaşam becerilerini kullanmayı öğrenmesi,
5. Fen bilimleri ile ilişkili konularda kariyer bilinci geliştirmesi,

6. Bireylerin, bilimsel araştırma basamaklarını ve bilginin doğasını anlayıp kullanabilmesi,

Bu amaçlar doğrultusunda, okullarda gerçekleştirilen fen bilimleri eğitiminin, öğrencilerin bilimsel süreci yaşadıkları, araştırma sorgulama yapmalarına fırsat veren, işbirliğine dayalı bir özellikte olması öğrencilerin öğrenmelerini kolaylaştırıcı olacaktır. En genel ifade ile fen eğitiminin amacı düşünmeyi desteklemek, öğrencilerin birtakım becerileri kazanarak öğrenmeyi gerçekleştirmelerini sağlamaktır. Öğrencilerin düşünme ve muhakeme yapmaları için fen eğitiminin sorgulama ve araştırmayı destekleyen bir içerikte olması gerekir. Öğrencilerin öğrenmeyi gerçekleştirmelerinde araştırma-sorgulama yapmalarının gerekliliği bilinmektedir (Kuhn, Black, Keselman ve Kaplan, 2000). Öğrencilerin araştırma-sorgulama yapmalarına imkan tanıyan, keşfetmelerine olanak sağlayan, inovasyon becerisine sahip bireyler yetiştirmek için günümüzde yeni bir öğrenme yaklaşımı olarak benimsenen STEM uygulamalarının ana hedefi, öğrencileri matematikçi, bilim insanı, teknisyen, ya da mühendis olarak yetiştirmek olan bir yaklaşım değildir. Bu yaklaşımda asıl hedef, öğrencilerin son derece teknik olan dünyamızda teknolojiye uyum yeteneklerini artırabilmelerini sağlamaktır (Vasquez, Sneider & Comer, 2013).

Türkiye gibi gelişmekte olan ülkeler için dünyadaki gelişmelere uyum sağlayabilen girişimci özelliklere sahip bireyler ve nitelikli iş gücü sağlamak çok önemlidir. Bu sebeple ülkemizde STEM eğitimi her kademede görev yapan öğretmenler tarafından benimsenmeli ve uygulanmalıdır.

2.1.4 STEM Uygulamaları

STEM uygulamaları, son dönemlerde ön planda olan ve ülkelerin dikkatini çeken, etkili eğitim yaklaşımı olarak kabul edilse de ortaya çıkışı daha eski dönemlere dayanmaktadır. Fen ve Matematik gibi alanlara ilişkin bilgilerin ilişkilendirilmesiyle sağlanan öğretim şekli 20. yüzyılın başlarında Harvard Üniversitesi'nde temellendirilmiştir. Burada oluşturulan komite, nitelikli bir endüstri temelli okul sisteminin, bireylere kazandıracağı yeterliklerle birlikte öğrencilerin bilgi düzeyi ve eğitimin niteliğinin gelişeceğini ifade etmiştir (Ostler, 2012, s. 29). STEM yaklaşımının özünü oluşturan anlayış önceki yıllarda da akıllara gelmiştir. Ancak günümüzde sınırları ve özellikleri ortaya konmuş olan STEM yaklaşımı, yeni oluşturulmuş bir öğrenme kuramı olarak düşünülse de, 20.

yüzyılın sonlarında, Ulusal Bilim Vakfı tarafından, fen, matematik, mühendislik ve teknoloji kelimelerinin İngilizce karşılıklarının ilk harflerini kullanarak ‘SMET’ olarak tanıtılmıştır. Ancak, SMET kısaltılmasının telaffuzu ‘smut’ olan kavramın anlamı ‘kurum lekesi’ olduğundan, bu kısaltmadaki sıralamalar değiştirilerek STEM kodlaması ortaya çıkartılmıştır.

STEM yaklaşımına ihtiyaç olduğunun fark edilmesiyle, birçok ülke STEM eğitime yönelik büyük bütçeler ayırmışlardır. Toplumsal kültürün ülkeyi şekillendirdiği düşünülürse, ülkelerinve eğitim sistemlerine göre yapılandırılmış STEM eğitime yönelik yaptığı araştırma sayısı da değişmekte ve artmaktadır. STEM eğitime ilişkin basit bir internet taraması yapılırsa STEM eğitime ilişkin yapılmış olan araştırma sayısının iki milyondan fazla olduğu görülmektedir. Bu araştırmalara rehberlik eden kurumların başında Ulusal Bilim Kurumu, NASA, Fen Eğitimi Ulusal Araştırma Kurumu, Ulusal Mühendislik Akademisi gibi kurumlar bulunmaktadır. STEM eğitimi Amerika’da ekonomiyi güçlendirebilmek amacıyla ortaya çıktığından dolayı, STEM eğitime yönelik dokümanların genellikle ABD kaynaklı olması beklenen bir durumdur. ABD’nin sürdürülebilir ekonomiye yönelik kaygısından dolayı yeni eğitim arayışlarına yönelmesi ve bu alana yatırım yapması diğer ülkelerin ilgi odağı olmuştur. Benzer şekilde diğer ülkeler de eğitim sistemlerine STEM eğitimini entegre etmeye başlamışlardır.

STEM yaklaşımı; ilgili disiplinlerin birlikte kullanıldığı, bireylerin disiplinlere özgü edinmiş oldukları bilgi ve becerileri yaşantılarında karşılaştıkları problemlere uyarlayabilmesini sağlayan bir eğitim anlayışıdır. Bu yaklaşım ilgili disiplinleri bütünleşik olarak ele alarak aratarak aratarak ve ürün oluşturabilen bireylerin yetiştirilmesini amaçlamaktadır. STEM yaklaşımı ile öğrenciler, disiplinlerarası etkileşim sağlayarak, işbirliğiyle somut bir ürün tasarlama sürecine girerler ve tasarladıkları ürünün geliştirilmesinde uğraş verirler (MEB, 2018b).

STEM eğitiminde temelde fen ve matematik disiplinlerinin ön planda olduğu, teknolojinin de bu disiplinlerin içerisinde yer alması gerektiğini belirtilmektedir (Bybee, 2010). Morrison (2006) çalışmasında, STEM eğitiminde teknoloji ve mühendislik disiplinlerinin diğer disiplinlere ek olarak entegrasyonu şeklindeki bakış açısının doğru olmadığını, ilgili dört disiplinin de birbiri ile entegre şekilde bütünleşik olarak ele alınması gerektiğini ifade etmiştir. STEM

eğitiminde önemli bir yere sahip olan teknoloji disiplini, öğrencilerin problemlerin çözümüne ilişkin kullanabilecekleri araç-gereçlerin tasarlanması ve temin edilmesi şeklinde düşünülebilir. Bireylerin ihtiyaçlarını giderebilmek amacıyla yaşantılarını kolaylaştırabilecek her türlü araç-gereçler, teknoloji kapsamında ele alınabilir (Yıldırım, 2016). STEM eğitimi sürecinde teknoloji olarak robotlar, akıllı tahta, kodlama, tabletler merkeze alınmış olsa da öğretmenlerin gündelik hayatta kolaylıkla elde edilebilen araç-gereçleri kullanarak da STEM eğitimi gerçekleştirilebilir (MEB, 2018b).

STEM eğitiminin amaçlarından biri günlük yaşantıda karşı karşıya kalınan problemlerin STEM disiplinlerinin bütünsel şekilde kullanılmasıyla çözüme eriştirilmesidir. Diğer bir ifadeyle öğrencilerin ilgili disiplinleri bütünsel şekilde kullanarak, doğal çevre ve bilimsel bilgi arasında bağlantı oluşturabilmesi, bu bağlantıyı yorumlaması ve yaşantısında kullanmasıdır (Yıldırım, 2016). STEM eğitiminde, rahat araştırma yapabilecek, farklı düşünme becerilerini kullanabilecek, özgüven geliştirebilecek öğrenme ortamı sunulmalıdır. Bu şekilde yapılandırılmış bir öğrenme ortamında öğretmen, öğrencilerini doğru yönlendirerek gelişimlerini ve uğraşlarını desteklemeli, ürün geliştirmelerine yardımcı olmalı ve 21. yy. becerilerini geliştirmeleri için de fırsatlar sunmalıdır (MEB, 2016a).

Günümüz eğitim sisteminde, günlük yaşam problemleri ve çözümlerine daha fazla önem verildiği ifade edilebilir (MEB, 2018b). Bu anlayışta, STEM eğitimi büyük bir öneme sahip olacaktır. Herhangi bir konuya ilişkin bilginin doğrudan öğrenciye aktarımına kıyasla disiplinlerarası bir yaklaşımla öğretimi, anlamlı öğrenmeye fırsat sağlamaktadır. Ayrıca STEM eğitimi, işbirliği ve etkili iletişim becerilerinin de gelişimine katkı sağlamaktadır (Çepni, 2017). STEM disiplinleri arasında yer alan Fen Bilimleri, bireyin yaşadığı doğayı keşfetmesine, araştırma yapmasına, hipotez kurarak test edebilmesine olanak sağlar (Bozkurt ve Aydoğdu, 2009). Fen Bilimleri, yaşanan doğa olaylarının oluş nedenlerini ve olası yaşanabilecek doğa olaylarının tahminine yönelik imkan sağlar. Buna karşın matematik disiplini, çoğu alanda kullanılmakta olan sayı, ölçüm gibi ilişkileri ele alan bilim dalı olarak düşünülebilir (Gülen, 2016). Matematik disiplini, STEM yaklaşımının temel disiplinleri arasında yer alsa da sosyal bilimler ve doğa bilimleri gibi farklı bilim dallarıyla doğrudan ilişkilidir (Ceylan, 2014) ve

teknolojik gelişmelere paralel şekilde oluşan ihtiyaçlardan ortaya çıkmıştır. Birçok gelişmiş ülkede STEM eğitimi zorunluluk haline gelmiştir (MEB, 2016a). Başta ABD, Rusya ve Çin gibi önde gelen ülkeler olmak üzere, birçok Avrupa ülkesi STEM eğitimini eğitim sistemlerine dahil etmişlerdir (MEB, 2016a).

Morrison (2006) yapmış olduğu çalışmada, STEM eğitiminin öğrencilerinin yaratıcı problem çözebilme becerilerinin ve özgüvenlerinin gelişmesinde, teknoloji okuryazarlık düzeylerinin artmasında, problemlere mühendisler gibi çözüm üretebilme becerisine sahip olabilme açısından katkı sağladığı sonucuna ulaşmıştır.

Yıldırım ve Altun (2015) yapmış oldukları araştırmada, STEM etkinliklerinin öğrencilere üst düzey ve eleştirel düşünebilme, eğlenerek öğrenme, yaratıcılığın gelişimi gibi fırsatlar sağladığını ifade etmişlerdir. Ayrıca, öğretim programlarına STEM yaklaşımının entegre edilmesiyle birlikte, disiplinlerarası bakış açısıyla anlamlı öğrenmenin sağlanabileceği ifade edilmiştir (Akbaba, 2017). Bunlara ilave olarak literatürde STEM faaliyetlerinin, öğrencilerin fen disiplinine ve dersine yönelik ilgi, tutum ve motivasyonlarının artırdığı ifade edilebilir (Yamak vd., 2014). STEM etkinliklerinin, öğrencilerin akademik başarılarını pozitif yönde etkilediği, STEM temelli öğretim ortamında bulunan öğrencilerin fen ve matematik ders başarılarının geleneksel sınıflardaki öğrencilere kıyasla daha fazla artış gösterdiği belirlenmiştir (Han vd., 2014).

STEM uygulamalarının, günlük yaşam problemlerinin çözümünde, bilim insanı veya mühendis gibi düşünebilen, mevcut bilgilerini geliştirebilen ve bilgiyi farklı durumlara uyarlayabilen birey yetiştirme ihtiyacını karşılayacak potansiyele sahip olduğu düşünülmektedir (Rockland vd., 2010). Ayrıca, STEM disiplinlerinde arzu edilen yeterliliğe sahip bireyler yetiştirilebilmesi, hem günümüz ve hem de geleceğimiz için ekonomik ve teknolojik rekabet açısından önemli görülmektedir. Bybee (2010), STEM etkinlikleriyle, öğrencilerin STEM'e ilişkin içerik bilgisi edinerek günlük yaşantısal problemlere çözüm üretilbileceğini vurgulamıştır. Ayrıca, öğrencilerin STEM uygulamaları sayesinde iletişim ve işbirliği ile sosyal ve kültürel farkındalık düzeylerinin artacağı ve yenilikçi bir bakış açısını benimseyebilecekleri belirtilmektedir (Bybee, 2010).

STEM yaklaşımı mesleki yönlendirmeyi de esas almaktadır. STEM uygulamaları aracılığıyla öğrencilerin STEM disiplinlerine yönelik mesleklere ilişkin kariyer planlaması yapabilme fırsatı sunulmaktadır. Öğrencilerin STEM alanlarına ilişkin bilgi düzeylerinin artmasıyla, bu alanlara ilişkin ilgi, tutum ve motivasyonları da benzer şekilde artacaktır. Bu durum öğrencilerin mesleki tercihlerine ilişkin karar mekanizmalarını etkileyebilme potansiyeline sahiptir (Becker & Park, 2011).

21. yy becerileri

ABD’de eğitim uzmanları, teknoloji şirketlerindeki üst düzey yöneticiler ve öğretmenlerden oluşan bir komisyon tarafından 2011 yılında raporlaştırılarak sunulan “21. Yüzyıl Yetkinlikleri” başlıklı çerçeve rapor, öğrencilerin eğitim-öğretim sürecinde günümüz iş dünyasına donanımlı şekilde geçiş yapabilmeleri açısından problem çözme, liderlik, eleştirel, yaratıcı, yenilikçi ve yanal düşünme, bilgi ve teknoloji okuryazarlığı, işbirliği, etkili iletişim, girişimcilik gibi özelliklere sahip olmaları gerektiğine işaret etmektedir. Hazırlanan rapor, dünya genelinde eğitim reformlarında gelişmiş ülkelerin eğitim programlarının referans olarak benimsendiğini göstermektedir (Aydeniz, 2017). İfade edilen 21. yüzyıl yeterlikleri, STEM okuryazarlığı bağlamında ele alınmakta ve küresel olarak sosyal, kültürel, politik ve ekonomik sorunların çözümüyle bağdaştırılmaktadır (Şahin vd., 2014). Bu bağlamda Wagner (2008) çalışmasında, günümüzdeki genç neslin iş dünyasına başarılı şekilde dahil olabilmesi için esnek düşünme, eleştirel düşünme, yaratıcılık, problem çözme, inisiyatif alma, liderlik, uyum, girişimcilik etkili iletişim, veri madenciliği yeteneklerine sahip olmaları gerektiğini ifade etmiştir. STEM yaklaşımı, ilgili disiplinleri birbirleri ile ilişkilendirilerek bütüncül bir yaklaşımla öğrenme gerçekleştirmeyi amaçlamaktadır.

STEM disiplinleri; kendi içlerinde doğrudan ifade edilen 21. Yüzyıl becerilerini kazandırabilecek güce sahiptir. Bu disiplinlerde eğitimini tamamlayan bireyler, 21. Yüzyıl becerilerinin büyük çoğunluğuna ilişkin deneyim sahibi olsa da istenilen seviyeye sahip olabilmeleri için diğer disiplinlerde eksik kalan becerileri de tamamlamalıdır. Bu amaçla disiplinlerarası yaklaşım ve uygulama temelli eğitim sağlanması ile STEM eğitimi 21. Yüzyıl becerilerine sahip bireylerin yetişmesinde kilit role sahiptir. MEB (2016)’in yayımlamış olduğu STEM Raporu’nda, problemlerin çözümüne ilişkin çoklu bakış açısıyla

yaklaşabilme, sistemli ve yaratıcı düşünebilme gibi 21. Yüzyıl yeterliklerinin öğrencilere kazandırılabilmesi açısından STEM eğitiminin gerekliliği vurgulanmıştır.

Çok sayıda ülke, teknoloji ve inovasyonda gelişim göstermeyi hedefleyerek STEM işgücü ve STEM eğitimi üzerinde yoğunlaşmaktadır. 21. yy. dünyasında STEM eğitime çok sayıda ülke yer vermektedir. ABD, Çin, Kore, Avrupa Birliği ülkeleri gibi gelişmiş ülkelerde ilkokuldan itibaren lise ve yükseköğretim seviyelerinde uygulamaya konulmuştur (MEB, 2016b). STEM eğitimi teorik olan bilgilerin ürün ve uygulamaya dönüşmesini sağlaması adına büyük öneme sahiptir. 21. yy., insanların üreten bireyler olması için çok sayıda alanda bilgi seviyesinin yeterli olması ile; mühendislik alanında da bilgi seviyesinin yüksek olmasını gerektirmektedir. Bilgi ve iletişim çağında yaşadığımız bu zamanda, STEM'in mühendislik ve teknoloji alanlarını öne çıkarması; küçük yaş seviyelerinden itibaren çocuklara disiplinler arası bir görüş geliştirmelerini ve bilgilerin hayata somut şekilde aktarılmasını gerçekleştirmesi sebebiyle STEM günümüzde önemli bir konumda yer almaktadır. STEM eğitimi hem bilim ve teknoloji alanlarında gelişim göstermeye; hem de yenilik anlayışının geliştirilmesine ve devamlılığının sağlanmasına olumlu etkiye bulunması sebebiyle büyük öneme sahiptir (Akgündüz vd., 2015). Ülkeler için bireylerin STEM eğitime katılma oranının yükseltilmesi ve bu bireylerin sanayi ve endüstri sektörlerinde çalıştırılması önemli hedeflerdendir (Eroğlu ve Bektaş, 2016).

2.1.5 Ülkemizde STEM Eğitimi

MEB'in belirlemiş olduğu 2015-2019 yıllarını kapsayan Stratejik Planda STEM'in güçlendirilmesine yönelik amaçların yer almasıyla birlikte, Türkiye'ye özgü eğitime yönelik politikaların yapılandırılmasını sağlayacak birçok belgeyle STEM uygulamalarının önemi ortaya konmuştur. 2016 yılına ait MEB STEM Eğitimi Raporu, 2023 Eğitim Vizyonu, Yükseköğretim Stratejik Planı, Türk Eğitim Derneği, Yaşam Boyu Öğrenme Strateji Belgesi, 2011-2016 Ulusal Bilim, Teknoloji ve Yenilik Stratejisi, TÜSİAD Vizyon-2050 Türkiye Raporu ve Türkiye Bilimler Akademisi tarafından yayımlanmış olan raporlar STEM eğitime verilen önemin göstergesi olarak kabul edilebilir (Çorlu, 2014).

Ülkemizde STEM eğitimine ilişkin ilk adımların 2005 yılında Fen Bilgisi dersinin Fen ve Teknoloji dersi olarak güncellenmiş olmasıyla atıldığı ifade edilebilir (Yıldırım, 2018). Ayrıca, 2013 yılında ortaokul kademesinde seçmeli dersler havuzuna Bilim Uygulamaları dersi dahil edilmiş ve Bilim Uygulamaları ve Fen Bilimleri öğretim programlarında yer alan kazanımlar bağlamında öğrenciler, fen alanlarını inceleyerek, bilimin doğasını ve bilimsel bilgi edinme yollarını kavrayacak ve böylece günlük yaşantısında karşılaşmış olduğu problemleri sahip olduğu bilimsel bakış açısıyla çözüme ulaştırabilecek bireyler yetişecektir (MEB, 2013). Ayrıca ortaokul 7. ve 8. Sınıf müfredatında bulunan Teknoloji ve Tasarım dersinin amaçlarının STEM eğitiminin amaçlarıyla belirli düzeyde örtüştüğü söylenebilir. Bu bağlamda, Teknoloji ve Tasarım dersi kapsamında ele alınan faaliyetlerin STEM eğitime ilişkin olabileceği ifade edilebilir (MEB, 2016).

Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK)'nın belirlemiş olduğu, 2011- 2016 yıllarını kapsayan Ulusal Bilim, Teknoloji ve Yenilik Stratejisi, STEM eğitimi desteklemeye yönelik faaliyetleri barındırmaktadır (Baran vd., 2015). Örneğin, STEM disiplinlerine ilişkin donanımlı öğrenci ve öğretmenleri belirleyebilmek amacıyla proje yarışmaları organize edilmekte, ayrıca, STEM yaklaşımını destekleyebilecek bilim merkezleri kurulmaktadır. Bilim merkezleri için belirlenmiş olan kuruluş amacı, bilim insanını ve bilimi sevdirmek, bireylerin merak duygusunu tetikleyerek araştırmaya teşvik etmek ve toplumun bilime karşı olumsuz bakış açısını ortadan kaldırmaktır. Bu bağlamda bilim merkezlerinde, öğrencilerle birlikte okul dışı zaman dilimlerinde STEM uygulamaları yapılmaktadır (STEM Akademi, 2013). Avrupa'dan otuz ülkenin dail olduğu, Avrupa Okul Ağı (EUN)'nın yürütülmekte olan Scientix Projesi (Avrupa'da fen eğitimi için topluluk projesi)'nin amacı fen eğitiminde teknolojinin etkin şekilde kullanımını sağlamak ve nitelikli uygulama örneklerini artırmaktır. 2009 yılı itibariyle hayata geçirilmiş olan bu projeye, 2014 yılından itibaren Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü ulusal destek noktası olarak katılmıştır. Proje bağlamında, Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü yürütücülüğünde ülkemizde gerçekleştirilen çeşitli çalışmalarla (çalıştay, konferans, toplantı, eğitim vb.) STEM eğitiminin önemi vurgulanmaktadır (MEB, 2016).

Ülkemizde, üniversiteler tarafından gerçekleştirilen STEM faaliyetlerinin yeterli düzeyde olmadığı ifade edilebilir (Çorlu, 2014). Dolayısıyla STEM eğitimini uygulayacak olan öğretmenlere yönelik verilen hizmet içi eğitim planlamalarında ve öğretmen adaylarının lisans eğitimleri süresince alacakları derslerde STEM becerilerinin geliştirilmesine yönelik uygulamaların nitelik ve niceliğinin artırılması gerekmektedir. Ayrıca üniversitelere STEM merkezleri kurularak STEM faaliyetlerinin artırılması sağlanabilir. Belirlenen amaç doğrultusunda STEM eğitime ilişkin ilk merkez Hacettepe Üniversitesi tarafından kurulmuş olup, daha sonra İstanbul Aydın Üniversitesi'nde de STEM Eğitime ilişkin bir merkez açılmıştır (Akgündüz vd., 2015).

MEB (2016), yayımlanmış olduğu STEM Eğitimi Raporu'nda STEM eğitiminin vazgeçilemez bir gereklilik olduğunu ifade etmiştir. Bu bağlamda STEM eğitime ilişkin merkezlerinin oluşturulması, STEM merkezlerinin üniversite ile sağlanacak işbirliği sayesinde aktif kullanımı, STEM eğitimi gerçekleştirebilecek öğretmenlerin eğitimi, öğretim programlarının STEM eğitimi temelinde revize edilmesi, okullarda STEM eğitime yönelik altyapı oluşturulması, STEM eğitime uygun öğretim materyallerinin sağlanması gerektiği ifade edilmiştir (MEB, 2016). Buradan hareketle fen bilimleri dersi öğretim programlarında güncellemeye gidilerek 2017 yılı programına Uygulamalı Bilim ünitesi dahil edilerek, Fen ve Mühendislik Uygulamaları konu alanı çerçevesinde disiplinlerarası STEM yaklaşımının benimsendiği ifade edilebilir.

Ülkelerin eğitim politikaları incelendiğinde STEM eğitiminin kaçınılmaz hale geldiği görülmektedir. Toplumsal açıdan sürdürülebilir ekonomi ve kalkınmanın sağlanabilmesi amacıyla, teknolojik ve bilimsel gelişmelere uyum sağlayabilme ve daha ileri seviyelere taşıyabilme açısından STEM alanlarında yetişmiş vizyoner bireylere ihtiyaç duyulmaktadır. Ülkemizde, TÜSİAD eski başkanlarından sayın Haluk Dinçer (2014), küresel ekonomi ile rekabetin STEM eğitimiyle mümkün olabileceğini belirtmiştir. Başta ABD olmak üzere, Rusya, Çin, Fransa, İskoçya, Norveç, İngiltere, Litvanya, İsviçre, Hollanda, Çek Cumhuriyeti, Hırvatistan, İrlanda, İsrail, Bulgaristan, Malta, Estonya gibi birçok ülkede STEM temelli eğitim anlayışının yürütülmeye çalışıldığı görülmektedir (MEB, 2016a).

Küresel bazda, ülkemizin gelişmiş ülkeler arasında sürdürülebilir rekabette ayakta tutabilmek ve güçlü bir ekonomi oluşturabilmek için STEM alanlarına yönelmek. Bu alanlardan edinilen bilgileri diğer alanlara da transfer edebilecek ve ürün geliştirebilecek yeterliğe sahip nesiller yetiştirmek gerekmektedir (Akgündüz vd., 2015).

Uluslararası bazda gerçekleştirilen ölçme ve değerlendirme sınavlarında (PISA, TIMSS vb.) uluslararası ölçekte ortalamanın altında kaldığımız görülmektedir (OCED, 2007; 2010; 2013). Bilginin farklı bağlamlara transfer edilebilmesine ilişkin yapılandırılan ve 21. Yüzyıl yeterliklerini kullanmayı gerektiren bu tür sınavlarda başarı elde edebilmek için STEM eğitime önem verilmesi gerekliliği kaçınılmaz bir gerçektir (MEB, 2016a).

Son on yıllık zaman diliminde, ülkemizde STEM eğitime ilişkin gerçekleştirilen araştırma sayısının arttığı görülmektedir (Yıldırım, 2018). Çorlu (2014) yılında yayımlamış olduğu FeTeMM çağrı mektubuyla, STEM eğitime ilişkin çalışmaların ihtiyacına vurgu yapmıştır. Akgündüz vd., (2015)'nin STEM eğitime ilişkin yayımlamış olduğu Türkiye raporunda STEM eğitiminin ülke için zorunluluğunu ifade edilmiştir.

MEB (2016a) yayımlamış olduğu STEM eğitimi raporunda, STEM eğitime derhal geçilmesi gerektiğini vurgulamış, STEM eğitime ilişkin bilgiler ve ülke politikalarını belirtmiş, ülkemizde başlaması gerekli olan STEM eğitim sürecinde yapılabilecek faaliyetlere ilişkin önerilerde bulunulmuştur. STEM eğitimcisi olacak olan öğretmenlerin STEM eğitime ilişkin alan ve pedagojik alan bilgilerinin geliştirilmesi, öğretim programlarının ve öğretmen yetiştirme programlarının revize edilmesi, öğrenme ortamlarının STEM eğitime uygun altyapı ile donatılması gerektiği belirtilmiştir. STEM eğitime geçiş sürecinde öğretmenlerin doğru rehberlik edebilmesi açısından hizmetiçi eğitimlerde STEM eğitime ilişkin planlamaların yapılması gerektiği ifade edilmiştir (MEB, 2016a). 2017 yılı itibarıyla yürürlüğe giren Fen Bilimleri eğitim müfredatında STEM eğitime ilişkin kazanımlar program içerisine entegre edilmiştir. (MEB, 2017). MEB, 2018 yılında STEM eğitimini destekleyebilmek amacıyla öğretmen el kitabı yayımlayarak, STEM uygulamaları yapacak olan eğitimcilere çeşitli proje önerilerinde sunulmuştur.

2.1.6 Dünyada STEM Uygulamaları

STEM uygulamaları dünyanın önde gelen ülkeleri için önemli görülmektedir. STEM uygulamaları ile toplumsal olarak bilinçlenme ve bilim okuryazarı olabilme amaçlanmaktadır. STEM uygulamaları irdelendiğinde ekonomiye katkı sağlayacak şekilde planlandığı farkedilebilir. Gelişmiş ülkeler ekonomik güçlerini sürdürebilir kılmak ve korumak, geliştirmekte olan ülkeler ise STEM alanlarına ilişkin nitelikli birey ve işgücü oluşturup ekonomik açıdan küresel yarışta varlığını göstermeyi amaçlamaktadır. Birçok ülkede STEM uygulamalarına sanayi kuruluşları, vakıflar, hükümet gibi önemli unsurlar destek vermektedir. STEM alanlarına yönelik nitelikli insan gücü sağlayabilmek amacıyla başta kızlar olmak üzere tüm STEM alanlarına yönelik kariyer sahibi olmaya yönlendirmektedir. Başarı düzeyi yüksek olan kız öğrencilerin STEM alanlarında istihdamını sağlamak, kariyer planlamalarında STEM alanlarına ilişkin mevcut ön yargılarını giderebilmek öncelikli hale gelmektedir. Böylece, geliştirmekte olan ülkeler, STEM uygulamalarıyla fene yönelik alanların özendirilmesi, teknoloji ve tıp gibi birçok alanda keşiflerle dünyaya yön verebilmeyi amaç edinmektedir (Poyraz, 2018).

STEM, son dönemlerde eğitim trendi olmakla birlikte ABD’de, 1980’li yıllarda matematik ve fen eğitiminin entegrasyonu ve önemine ilişkin çalışmalar mevcuttur (Pekbay, 2017). Mühendislik alanının fen eğitimine entegrasyonu için “Gelecek Nesil Fen Standartları” (NGSS) 2013 yılı itibarıyla yayımlanmıştır. ABD, öğrencilerin sahip olması hedeflenen 21. yüzyıl yeterliklerini geliştirebilmek ve uluslararası bazda gerçekleştirilen sınavlarda başarı elde edebilmek amacıyla STEM uygulamalarına ağırlık vermektedir (Kuenzi, 2008). Amerika Birleşik Devletlerinde, ülkenin ekonomik ve teknolojik potansiyelini korumak adına büyük öneme sahip etkenlerden birisinin de STEM eğitimi olduğu ve bir devlet politikası haline getirildiği anlaşılmaktadır. Ülkenin stratejik planının önem verdiği konulardan bir tanesi de STEM eğitimi kullanılmasıyla yetenekli bir bireyler yetiştirilmesi ve bu birikimin sürdürülebilir olmasının sağlanmasıdır. Bu amaçtan dolayı da çok sayıda üniversite ve okul gibi kuruluşlarda STEM merkezi oluşturulmuştur. STEM merkezlerinde STEM eğitimlerinin içeriğinde var olan STEM ders planı hazırlama atölyeleri, maker, yaratıcı drama, takım çalışması, tasarım ve inovasyon aktiviteleri, proje tabanlı öğrenme, robotik, STEM

uygulamaları, yaratıcılık, sorgulama tabanlı öğrenme ve programlama bulunmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri'nde giderek artan STEM okullarında herhangi bir sınav neticesine veya ölçüte dayanmadan öğrencileri alan STEM okulları da büyük öneme sahiptir. Bu okullar farklı sosyoekonomik seviyedeki öğrencilerin STEM disiplinlerine yönelik motivasyonunu artırmayı hedeflemektedir. Çok sayıda eyalette STEM okulları oluşturulmuştur (Akgündüz vd., STEM Akademi,2013; Akt: MEB, 2016b).

Rusya'nın bilim ve teknoloji alanlarında bir politikası bulunmakta fakat STEM disiplinleri ve bu disiplinlerin piyasadaki iş potansiyeli konusunda geniş yelpazede ve etkin bir politikası bulunmamaktadır. Eğitim politikası, içerik olarak eğitim programlarına fazla önem vermemekte, eğitim sisteminin finansal, yapısal ve kurumsal olarak yeniden güncelleştirmesi üzerinde yoğunlaşmaktadır. STEM disiplinlerine ilişkin tutarlı ve az da olsa önem verecek şekilde tasarlanmış eğitim politikası bulunmamaktadır. STEM uzmanı program ve stratejiler, eğitim politikası ve içeriğinde az da olsa etkili durumdadır. Rusya da ulusal eğitim stratejinde üniversite eğitim kurumlarına daha fazla önem verilmektedir. Geliştirilen programlarla eğitimde var olan eksiklikleri tamamlamak adına yoğunlaşmıştır.

30 farklı Avrupa ülkesinin eğitim bakanlıklarının katılımıyla oluşturulan European Schoolnet (Avrupa Okul Ağı), 1997 yılı itibariyle, eğitim-öğretim sürecinde inovasyon üzerine çalışmalarını sürdürmektedir. Avrupa Okul Ağı STEM eğitime ilişkin birçok proje gerçekleştirilmiştir (Pekbay, 2017). İngiltere'de STEM programı, 2004 yılında fizik alanını tercih eden öğrenci sayısında kayda değer oranda bir düşüş sonucunda hazırlanmış ve bu program bilimsel, teknolojik, mühendislik ve matematiksel becerilerin gelişebilmesi için faaliyete geçirilmiştir. Uluslararası rekabette var olabilmek ve İngiltere'yi araştırma ve teknolojik gelişimde dünya liderleri arasında konumlandırabilmek için çalışılmıştır (Ceylan, 2014).

Fransa, Ocak 2011 tarihinde 'İlkokul ve Ortaokulda Eğitim, Bilimsel ve teknolojik konuların tanıtımı, Okulda Bilim ve Teknoloji için yeni bir hırs' adıyla yeni bir STEM stratejisini hayata geçirmiştir. Bu stratejinin amacı, bilim ve teknolojinin öğretime daha uyumlu hale getirilmesi ve projeler geliştirilerek STEM'e yönelik öğrenci ilgisini fazlaştırmak ve farklı bilim ve teknoloji

alanlarında çalışmalar ortaya koyan müzeler, laboratuvarlar, araştırma merkezleri vb. olmak üzere bu kurumlarla ortaklık geliştirmektir. Fransız Eğitim Bakanlığı bu stratejiye ek olarak alt ve üst ortaöğretim düzeyini hedefleyen ‘Sciences à l’école’ adıyla bir eylem planı ortaya koymuştur. Bu eylem planında amaç; okullara deney malzemeleri temin edilerek, öğretmenlerin malzemeleri nasıl kullanabileceğinin öğretilerek, disiplinler arası yarışmalar, fuarlar ve projeler tavsiye ederek ilköğretimde fen projelerini geliştirmelerini desteklemektir. Bunun dışında da Fransız Eğitim Bakanlığı 2015 yılında ilk ve ortaokullar için yeni bir müfredat ortaya koymuştur (Kearney, 2016).

STEM eğitiminin değerinin bilincinde olmasına karşın İtalya’da ulusal düzeyde STEM eğitime yönelik belirlenmiş bir strateji bulunmamaktadır. İtalya özellikle şu zamanda Avrupa Birliği üyesi ülkelere göre geride kalmıştır. STEM öğretmenlerine yönelik olarak da hizmet içi eğitimle ülke çapında gerçekleştirilen öğretmen mesleki gelişim eğitim kursları düzenlenmektedir. Ayrıca İtalya Eğitim Bakanlığı yayımlamış olduğu stratejik planda (İyi Okul: Ülkemizin büyümesine yardım edelim) STEM eğitiminin önemini vurgulamıştır (Kearney, 2016).

Norveç hükümeti bilim, teknoloji ve matematik merkezli inovatif reformlar hazırlamış ve 2010-2014 yılları arasında gerçekleştirilmiş olan reform öğrencilerin STEM alanlarına ilgisini artırmayı amaç edinmiştir.

Geliştirilmiş olan bu inovatif reform 4 temel hedef çerçevesinde yapılandırılmıştır:

- STEM yaklaşımında, öğrenci yeniliklerini artırabilmek ve öğrenmeye yönelik motivasyon oluşturabilmek amacıyla STEM etkinliklerini artırmak,
- Matematik ve fen alanlarında öğrenim görmekte olan öğrenci sayısını düşürmek,
- STEM eğitime ilişkin uyum ve yetenek seviyesi yüksek öğrenciler yetiştirebilmek,
- Disiplin ayırt etmeksizin bütün öğretmenlere temel STEM öğretim becerisi kazandırmak (Gülgün, Yılmaz & Çağlar 2017: 461).

Eğitimde elde ettiği üst düzey başarıyla Finlandiya, eğitsel yönden dünya lideri olarak kabul edilmekte ve STEM uygulamalarını eğitim sistemlerinin bir parçası haline getirmiş olan Finlandiya, STEM’i amacına uygun şekilde en nitelikli kullanabilen ve başarı sağlamaktadır (Gülgün vd., 2017, s.461).

2010 yılı itibariyle Malezya'da başlatılmış olan, New Economic Model (NEM), 2020 yılına kadar Malezya'yı tüm yönleriyle sürdürülebilir bir ülke haline getirmeyi ve toplumun tüm sektörlerinde işgücü verimliliğini artırarak ekonomik büyümeyi desteklemeyi hedeflemektedir. Bununla birlikte, Bilim, Teknoloji ve Yenilik Ulusal Politikaları (NPSTI) 2013-2020 stratejik planında odağına Malezya'yı sürdürülebilir ve kapsamlı bir bilgi ekonomisi sağlamayı amaçlamıştır. Hem NEM hem de NPSTI, STEM uygulamalarının cinsiyet farketmeksizin tüm bireyleri sosyoekonomik dönüşüm ve kapsamlı büyümeye uğrayan bilimsel açıdan gelişmiş ulusal bir vizyona erişebilmek maksadıyla güçlendirmedeki kilit rol oynamaktadır. Buna ek olarak, STEM'in geliştirilmesi, mevcut eğitim sisteminin detaylı şekilde incelemesinden sonra hazırlanan ve kapsamlı bir plan çerçevesinde sunulan 2013-2025 için Malezya öğretim programında etkin rol oynamış ve Malezya'da 2015 ile 2025 yıllarına yönelik eğitim planında, mesleki ve teknik eğitimin gelecekteki on yıllık dönemde STEM girişimi olarak görülmesi gerektiği ifade edilmiştir.

Çin Halk Cumhuriyeti'nin ekonomisi incelendiğinde, endüstri temelli faaliyetlerin önemli rol oynadığı görülmektedir. Bu nedenle eğitim, ülkenin çok yönlü gelişmesinde kilit role sahiptir. Çin eğitim sisteminde bilim ve teknoloji ön plana çıkmaktadır. Literatüre bakıldığında, Çin'deki öğrencilerin STEM'e yönelik çalışmalarının diğer ülkelere kıyasla görece daha fazla olduğu söylenebilir (Pekbay, 2017).

Singapur 2014 yılında bir Bilim Merkezi okurarak STEM alanlarında uygulamalı bir program tanıtmıştır. Singapur'da Bilim merkezlerinin kurulması ve programın faaliyete geçirilebilmesi için Maliye Bakanlığı ayrı bir bütçe sağlamaktadır ve program, lise öğrencilerinin gerçek sorunlara çözüm üretebilmek için bilgilerini kullanabilecekleri STEM uygulaması yürütme fırsatı sağlamaktadır. Faaliyet gösteren bilim merkezinin aynı zamanda sağlık, mühendislik, gıda, programlama, çevre, bilgi ve iletişim, malzeme bilimleri ve teknolojilerine ilişkin alanlarda interaktif deneyimler sunduğu ortamlar sağladığı belirtilmektedir (Asin, 2014).

STEM eğitimi Hindistan eğitim sistemine yeni dahil olmasına karşın, STEM eğitimi son dönemde çokça STEM eğitim şirketinin kurulmasıyla gelişim göstermiştir. STEM alanlarına yönelik kariyer sahibi olan bireylerin dünya

genelinde en nitelikli işi yapacaklarının algılamaları ve Hint hükümetinin girişimlerin Hindistan’da yapılmasına ilişkin politika benimsemesine neden olmuştur. Bu girişim olanağı sayesinde ülkedeki bilim, matematik, teknoloji, mühendislik gibi alanlarında nitelikli mezunlar elde etmek amaçlanmıştır. Ayrıca “Hep Birlikte Tam Gelişim” sloganı doğrultusunda tüm ülkede araştırmaların sürdürülebilir olmasına önem verilmiştir (Krishnan & Hariharan, 2016).

2.1.7 Fen Eğitimi ve STEM Uygulamaları

Bilim, bilimsel yöntemler aracılığıyla gerçek bilgiyi kullanarak evreni algılama ve tanımlama süreci olarak tanımlanabilir (Çepni, 2011). Fen bilimleri benzer şekilde doğada gerçekleşen olaylar ve bulunan varlıkları incelemektedir. Fen eğitimi toplumsal olarak bilimsel ve ekonomik gelişim açısından oldukça önemlidir. Buradan hareketle, ülkeler, bilimsel ve teknolojik gelişmeleri yakalayabilmek ve gelişimine yönelik ürün geliştirebilecek bireyler yetiştirebilmek amacıyla fen eğitiminin en önemli husus olduğuna ilişkin politika belirlemektedirler (Ayas, 1995; Ünal, 2003).

Birçok doküman, genç nüfusun istihdam ihtiyaçlarını karşılayabilecek fen eğitimi sağlarken sıkıntı yaşamamak için eğitim sistemindeki başarısızlık durumlarına karşı uyarıların bulunduğu işaret etmektedir (UNESCO, 2016). Bu bağlamda, fen eğitiminin niteliğini artırabilmek amacıyla birçok girişimde bulunulmuştur. Gerçekleştirilen girişimlerin geneli, öğretim programlarının güncellenmesi şeklindedir (Ayas, 1995). Güncellenen öğretim programları, toplumsal olarak ihtiyaç duyulan bireylerin özellikleri çerçevesinde planlama yapma ve güncellenen programdaki yetersizliklerin giderilmesine yönelik çalışmalar yürütülmektedir. Ülkemizde, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı (TTKB) tarafından 2017 yılında alınan kararla öğretim programları güncellenmiştir. Alınan karar doğrultusunda, İlköğretim Fen Bilimleri Dersi (3-8. sınıflar) Öğretim Programı, gerekli analizler ve değerlendirmeler doğrultusunda Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 3-8. sınıflar) olarak revize edilmiştir (MEB, 2017). Güncellenen programda, bireysel farklılık gözetmeksizin her bireyin fen ve teknoloji okuryazarı birey olarak yetiştirilmesi amaç olarak belirlenmiştir (MEB, 2005; 2013; 2017). Bununla birlikte, disiplinlerarası entegrasyon oluşturabilmenin önemi kadar inovatif açıdan bireysel bilgi ve beceri gelişimi de dikkate alınmıştır. Güncellenen programda bir önceki

programda olduğu gibi STEM alanlarına ilişkin beceriler arasında yaşam becerileri ve bilimsel süreç becerileri bulunmaktadır.

STEM eğitimi ile alakalı olarak ulusal anlamda destek olması için Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü, European Schoolnet (Avrupa Okul Ağı) çalışma grubunun ‘Scientix Projesi’ne 2014 yılında katılmıştır. Scientix Projesinin amacı; projeye katılım sağlayan Avrupa’daki 30 ülkenin fen eğitiminde teknolojiyi nasıl kullanması gerektiğini ve örnek teşkil edecek çalışmaların yaygınlaşmasını sağlamaktır. Scientix projesi STEM eğitime ilgi duyanlara, araştırma yapan kişilere, ailelere, öğretmenlere ve siyasetçilere açık bir projedir. Scientix projesi 2009 yılında başlamış olup 2013-2016 yıllarında Scientix-II ve 2016 yılından sonra da Scientix- III olarak gerçekleştirilecektir.

Scientix Projesinin temel hedefleri şu şekildedir:

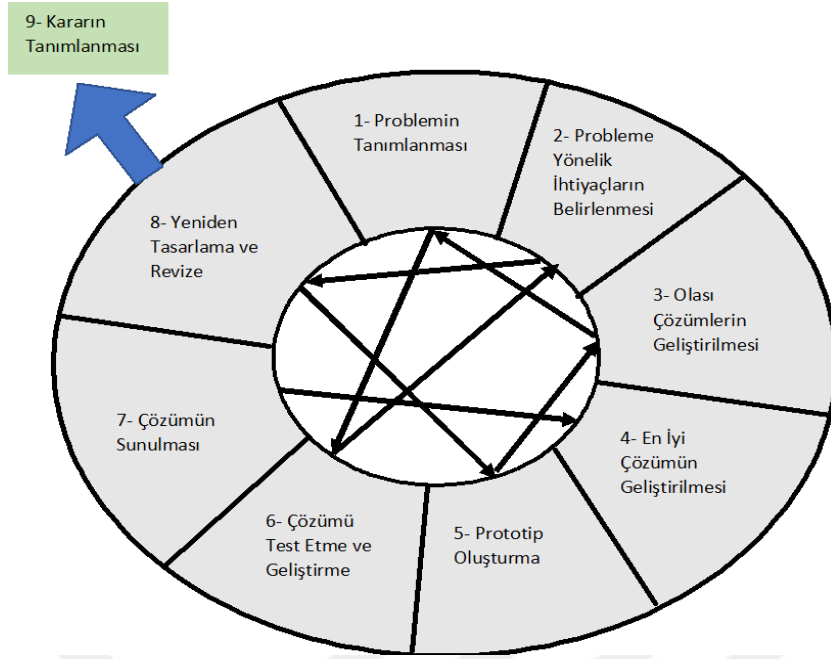
- ✓ Avrupa’da STEM eğitimi ile alakalı çok fazla sayıda ortaya konulan projelerden Avrupa ülkelerinin hepsinin bilgi sahibi edinmesi,
- ✓ Ortaya konulan projeler sonucunda üretilen araç ve materyallerin paylaşılması ve yaygınlaştırılmasını sağlamak,
- ✓ Avrupa da ki ülkelere yapılan çalıştay, ulusal kongre, projeler veya konferansların bütün Avrupa ülkelerine haber verileceği platform oluşturulması,
- ✓ Avrupa ülkelerinde görev yapan öğretmen ve akademik personellerin tecrübelerini birbiriyle paylaşp, bilgi alışverişi yapabilecekleri platform oluşturmak,
- ✓ Matematik ve fen öğretmenlerinin sorgulama temelli eğitim yapabilmesi adına gerekli materyalleri hazırlamak,
- ✓ Yüz yüze ve internet üzerinden STEM alanları kapsamındaki öğretmenlere destek olmak
- ✓ İlkokul, ortaokul ve lisede eğitim gören sorgulama becerisi edinmiş, yetenekli ve merak duygusu gelişmiş öğrencilerin saptanarak üniversitelerin STEM alanlarına yönelmesini sağlamak ve teşvik etmek.

Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü öncülüğünde Türkiye’de Scientix projesi gereğince toplantı, tanıtım, konferans, eğitim, çalıştay, bilgilendirme... vb. çalışmaları iyi bir şekilde ortaya konulmuş ve Scientix- III uygulanmaya başlanmıştır.

STEM uygulamaları, öğrencilerin ilgili alanlara ilişkin bilgilerini, formal veya informal öğrenme ortamlarında uygulanmasıyla yapılan, 21. Yüzyıl yeterliklerini kapsayan etkinlikler olarak görülmektedir. STEM uygulamalarıyla öğrencilerin, matematik ve fen alanlarına ilişkin temel kavramları daha etkili öğrenebildiği, soyut bilgileri somutlaştırabildikleri görülmektedir. Ayrıca STEM eğitimi, disiplinlerarası bilgi transferine de olanak sağlamasıyla kalıcı öğrenmeyi desteklemektedir. STEM etkinlikleri planlama sürecinde, sadece matematik ve fen disiplinlerinin entegrasyonuna odaklanılmamalı, tüm STEM disiplinlerine ilişkin bütünlük entegrasyon benimsenmelidir. STEM uygulamalarının planlanmasında mühendislik tasarım sürecinin büyük bir öneme sahip olduğu ifade edilebilir (Felix, 2010).

Mühendislik Tasarım Süreci

Mühendislik tasarım süreci, bireyin yaşantısında karşılaşılabileceği problemleri, matematik ve fen alanlarına ilişkin sahip olduğu bilgiler aracılığıyla inovatif çözümler üretebilmesini ve çözümlerin uygulanabilir hale dönüştürülmesini amaçlayan bir süreç olarak ifade edilebilir (NAE ve NRC, 2009). Belirtilen tasarım sürecini uygulayacak birey, tasarladığı ürün farketmeksizin temelde matematik ve fen bilgisine gereksinim duyacaktır. STEM disiplinlerinin entegre edilebilmesinde önemli role sahip olan mühendislik tasarım süreci, temel olarak mühendislik disiplinine ilişkin bilgi ve beceri gerekliliğini de göstermektedir (Cantrell vd., 2006). Mühendislik tasarım sürecine ilişkin izlenmesi gereken aşamalar kaynaklar arasında farklılık gösterse de temel anlamda benimsenen adımlar genellikle aynıdır ve bunlar; problemin belirlenmesi, probleme ilişkin alternatifli çözüm yolları, çözüme ilişkin planlanan ve geliştirilen ürün şeklindedir (NAE & NRC, 2014). STEM disiplinlerini tümüyle ele alarak oluşturulan mühendislik tasarım sürecinin, ilk basamağı problemin farkedilmesi ve tanımlanmasıdır. Sonrasında probleme ilişkin ihtiyaçların ve olası çözüm önerilerinin belirlenmesi gelmektedir (Felix, 2010). Belirlenen çözüm yolları içerisinde en uygun olanı seçilerek prototip oluşturulur ve prototipin işlevselliği test edilerek değerlendirilir. Son aşamada ise çözüm sunularak süreç sonlandırılır (Hynes vd., 2011). Bu aşamalar şekil 2. 1.'de gösterilmektedir.



Şekil 2.1. Mühendislik Tasarım Süreci

2.1.8 STEM Uygulamaları ve Meslek Seçimi

Ülkelerin ekonomik kalkınmalarının temel dayanağının teknolojik yenilikler olduğu düşünülürse, bilim ve teknoloji okuryazarı olan geleceğin mühendis ve bilimi uzmanlarını yetiştirmek büyük önem taşımaktadır (Miaoulis, 2009). Amerika’da sağlanan hükümet desteğiyle, STEM eğitimi alan kişilerin eğitim alanıyla birlikte, farklı bilim alanları ve sanayi kollarında istihdamlarının sağlanmasına yönelik fırsatlar oluşturulmuştur (NRC, 2010).

STEM temelli mesleklere karşı ilginin artırılması için “Yenilik için Eğitim” programı yürütülmeye başlanmıştır (Obama, 2009). STEM alanlarına ilişkin akademik başarıyı artırmak, ilgilerini çekebilmek ve kariyer planlamalarında STEM alanlarına yer verebilmeleri açısından programa büyük önem verilmiştir. Ülkemizde, Türkiye Sanayici ve İş adamları Derneği yayımlamış oldukları Türkiye STEM İş Gücü Raporu’nda, STEM alanlarına ilişkin kalifiye eleman ihtiyacı ve iş gücünün artırılmasında üniversitelerin kilit rolünden bahsedilmiştir (Akgündüz vd., 2015).

Eğitim bilimleri alanında faaliyet gösteren kurumlar, STEM mesleklerinde uzmanlaşmanın ve bu mesleklere olan ilginin ve yönelimin ortaokulda başlaması gerektiğini vurgulamaktadırlar (Kier, Blanchard, Osborne ve Albert, 2013). 11-14 yaş arası çocuklar kendi ilgi ve yetenekleri ile ilişkili olabilecek meslekleri

keşfetmeye ve tanımaya başlarlar. Tai, Liu, Maltese ve Fan, (2006) öğrencilerin kariyer seçiminin ortaokul düzeyinde belirginleştiğini belirtmiştir. Ayrıca bazı araştırmalar, STEM uygulamalarının ve erken yaşlarda bu tecrübeleri yaşamının ortaokul öğrencilerinin algı ve gelecek planlarını olumlu yönde etkilediğini ortaya koymuştur (Dejarnette, 2012). Aynı şekilde DeBacker ve Nelson (1999) STEM konularına erken dönemlerde ilgi duymanın, daha sonraki öğrenme ve kariyer ilgi alanları seçimi için önemli bir belirleyici olacağını belirtmiştir. Maltese ve Tai (2011), öğrencilerin erken kariyer ilgilerinin, öğrencilerin STEM mesleklerindeki kalıcılıklarında önemli bir yere sahip olduğunu belirtmiştir.

Öğrencilerin 10 yaşına kadar kazandıkları bilime yönelik olumlu tutumlar, 14 yaşına kadar git gide azalmaktadır (Murphy ve Beggs 2005; Tai vd.,2006). Bu dönem ülkemizde ortaokul kademesine denk gelmektedir ve bu olumsuz durumun giderilmesi için STEM uygulamalarıyla gerçekleştirilen eğitimin istenilen sonuçlara ulaşması önemli görülmektedir. MEB'in hazırladığı raporda, STEM merkezlerinin kurulması, STEM ile ilgili araştırmaların yapılması, bu yaklaşım ile ilgili öğretmenlere eğitimlerin verilmesi, STEM yaklaşımına göre öğretim programlarının güncellenmesi gibi planlamalar yapılmıştır (MEB, 2016). Ayrıca 2017-2018 eğitim öğretim yılında uygulanmaya başlayan eğitim öğretim programında 5-8 arası sınıflara bilim uygulamaları dersi eklenmiştir. Dersin, günlük yaşam sorunlarına ilişkin sorumluluk almayı ve bu sorunların çözümünde yaşam ve mühendislik tasarım becerilerini kullanmayı sağlamak, kariyer bilincini ve girişimcilik becerilerini geliştirmek gibi STEM uygulamalarının amaçlarına uygun özel amaçları bulunmaktadır. Yapılan bu çalışmalar, öğrencilerin STEM uygulamaları ile tanışmalarını ve bu mesleklere yönelimlerini amaçlamaktadır.

Çorlu, Capraro ve Capraro (2014), yapmış oldukları araştırmada, ülkemizde görev yapmakta olan öğretmenlerin sadece kendi branşlarına ilişkin uzmanlıklara sahip oldukları, kendi disiplinlerine özgü bilgilerle hedeflenen insan profilini yetiştirmede yetersiz kalınacağı, nitelikli eleman ihtiyacının fazla olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

STEM uygulamaları öğrencinin aktif olarak merkezde yer aldığı, hayatın gerçekleri ile bağdaşan problemleri çözmede bilimsel yöntemlere başvurulduğu ve farklı disiplinlerle bağlantı kurarak kendi öğrenmelerini yaparak yaşayarak gerçekleştirdiği bir yaklaşımdır. Öğretmen ise genellikle rehber niteliğinde olup,

öğrenciyi araştırmaya ve sorgulamaya yönlendirmeli ve öğrencinin öğretim teknolojilerinden yararlanmasını sağlamalıdır. Bu disiplinlerden Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik alanlarını ve amaçlarını anlamak, STEM'in uygulanabilirliğini açısından yararlı olacaktır.

2.1.9 Meta Analizin Tanımı

Meta-analiz, bir konudaki en son durumu belirlemek için o konuyla ilgili belirli ölçütlere göre belirlenmiş birincil araştırmaların sonuçlarını nicel olarak bütünleştirmeyi amaçlayan bir araştırma metodolojisidir (Sánchez-Meca & Marín-Martínez 2010). Sadece istatistiksel bir teknik değil, birincil araştırma çalışmalarına benzer adımları uygulayarak yapılan sistematik araştırma sentezini yürütmek için bir metodoloji olarak tanımlayan Rosenthal ve DiMatteo'nun önerdiği Meta-analiz yapmanın temel adımlarını şu şekilde açıklandığı (Rosenthal; & DiMatteo 2012; Üstün 2012):

- İlgili bağımsız ve bağımlı değişkenleri tanımlanır.
- Çalışmaları sistematik bir şekilde toplanır, seçilir ve dikkatlice okunur.
- Elde edilen etki büyüklükleri arasındaki heterojenlik, grafikler ve çizelgeler veya kıkare testi ile araştırılır.
- Anlamlılık, diğer anlamlılık testleri gibi örneklem büyüklüğüne bağlı olduğundan dikkatle yorumlanır (Örneklem, meta-analize dahil edilen çalışma sayısıdır).
- İlgili düzenleyici değişkenlerin etki büyüklükleri arasındaki değişkenlik üzerindeki etkisi araştırılmalıdır.
- Ağırlıklı ortalamalar gibi merkezi eğilim ölçülerini kullanarak birincil çalışmalardan elde edilen etki büyüklükleri birleştirilir.
- Merkezi eğilim indekslerinin önem düzeyi incelenir.
- Elde edilen ortalama etki büyüklüğünün önemi değerlendirilir.

2.1.10 Meta Analiz Yönteminin Tarihsel Gelişimi

Belirlenen bir konuya yönelik bağımsız çalışmalardan elde edilen verilerin analizine ilişkin “meta analiz” yöntemi ilk olarak 1976 yılında Gene Glass tarafından ifade edilmiştir. Glass (1976) meta analiz kavramını istatistiki yöntemden farklı olarak felsefi bir yöntem olarak kullanmıştır. Aynı konuya yönelik benzer çalışmaların farklı sonuçlara işaret etmesi verilerin yeniden yorumlanması ihtiyacını ortaya çıkarmıştır. Bu bağlamda meta analiz yöntemi

evrensel olarak kabul görmeye başlamıştır (Durlak & Lipsey, 1991). 1980 ile 1991 yılları arasında gerçekleştirilmiş olan bine yakın çalışmada meta analizin kullanıldığı bilinmektedir. Son 30 yıllık periyotta anlamsal farklılıkları açığa çıkarabilmek amacıyla sıklıkla kullanılmaktadır (Schmidt, 2008).

Meta analiz, az sayıdaki örneklerle gerçekleştirilmiş olan araştırmaları birleştirerek, toplam örneklem büyüklüğünün artmasıyla birlikte, nicelik açısından daha büyük kapsama sahip ve güvenilirliği daha yüksek sonuçları ortaya koymayı hedefleyen bir analiz yöntemi olarak görülmektedir (Yıldız, 2002). Literatürde, var olan karşıt düşüncelerin karşılaştırılması ve sebeplerinin incelenmesine imkân sağlayan bu yöntem nitelik açısından yüksek ve düşük düzeydeki araştırmaların birbirinden ayrılmasını (Ergene, 1999) ve çalışmalar içerisinde heterojenliğe sebep olan unsurların tespitine imkân sağlar. Belirlenen herhangi bir konuya yönelik yapılmış olan çalışmaların zamanla etki büyüklüğünün araştırılmasıyla, ilgili konunun tarihsel gelişimi ve değişiminin ortaya konmasını sağlayan meta analiz yöntemi, küçük ölçekli çalışmaları da kullanışlı hale getirir (Fitz-Gibbon, 1985).

Meta analiz, belirlenen konuya ilişkin yönelimler hakkında bilgi sağlamaktadır. Belirli bir konuya ilişkin gerçekleştirilmiş olan araştırmaların; gerçekleştirildiği yılları, konu alanlarına dağılımını, öğrenim düzeyi ve öğretim tekniği çeşitliliğini, çalışmalarda kullanılan veri toplama araçlarının ne olduğunu ve hangi sıklıkla kullanıldığını ortaya koymaktadır. Buradan hareketle meta analiz, ulaşılan sonuçlar doğrultusunda araştırılmaya ihtiyaç duyulan yeni konuların fark edilmesinde araştırmacılara rehberlik eder.

2.1.11 Meta Analiz Türleri

Meta analiz, ilk kez kullanılmasından bu yana doğruluğunun artırılması ve daha işlevsel hale gelmesi amacıyla pek çok araştırmacı tarafından geliştirilmiştir (Schmidt, 2008). Bu nedenle farklı meta analiz yöntemleri ortaya çıkmıştır. Bunlardan bazıları şunlardır;

- **Klasik Meta Analiz:** Glass Meta Analizi adı da verilen bu yöntem, geleneksel meta analiz yöntemidir ve bu yöntemde sırasıyla; incelenecek sorular belirlenir, araştırmaya dâhil edilecek çalışmalar toplanır, çalışma karakteristikleri kodlanır ve en sonunda analiz yapılır. Klasik meta analiz yöntemini, daha sonra geliştirilen meta analizlerden ayıran 3 özellik vardır ve bunlardan birincisi dâhil

edilme kriterleridir. Klasik meta analizde dâhil edilme kriterleri daha esnektir. İkinci fark ise analizle ilgilidir ve Glass’a göre tek bir çalışma bile grup ve alt gruplar arasındaki farklı kriterlere göre yapılmış pek çok kıyaslama hakkında bilgi verebilir. Dolayısıyla klasik meta analizde her bir çalışma için değil de her bir karşılaştırma için ayrı etki büyüklüğü hesaplaması gerçekleştirilir. Üçüncü fark ise kullanım alanlarıyla ilgilidir ve klasik meta analiz yöntemi analistler tarafından farklı değişkenler arasındaki ortalama etki büyüklüğünü hesaplamak için kullanılır (Bangert-Drowns & Rudner, 1991).

- **Çalışma Etkisi Meta Analizi:** Çalışma etkisi meta analizini klasik meta analizden ayıran iki fark vardır. Bunlardan birincisi dâhil edilme kriterleridir. Çalışma etkisi meta analizinde dâhil edilme kriterleri çok seçicidir ve yöntem hataları bulunan çalışmalar araştırmaya dâhil edilmezler. İkinci fark ise analiz bölümündedir ve çalışma etkisi meta analizinde her çalışma için ayrı bir etki büyüklüğü hesaplanır. Bu durum bağımsız verilerin korunmasını sağlarken araştırmada analiz edilecek veri noktalarının sayısının azalmasını sağlar (Bangert-Drowns & Rudner, 1991). Çalışma etkisi meta analizi, gruplar arası karşılaştırmada kullanılan bir yöntemdir. Bağımsız şekilde gerçekleştirilmiş olan araştırmaların verilerini standart bir ölçme sistemine uygun hale getirerek, açığa çıkan etki büyüklüklerinin karşılaştırılabilmesine fırsat oluşturur. Bu yöntemde “g” veya “d” harfleriyle sembolize edilen standartlaştırılmış etki büyüklüğü kullanılır ve kontrol ve deney gruplarına ait ortalamalar arasındaki farkın toplam standart sapma değerine ($(X_e - X_c) / \text{Spooled}$) bölünmesi sonucu elde edilir (Özcan, 2008).

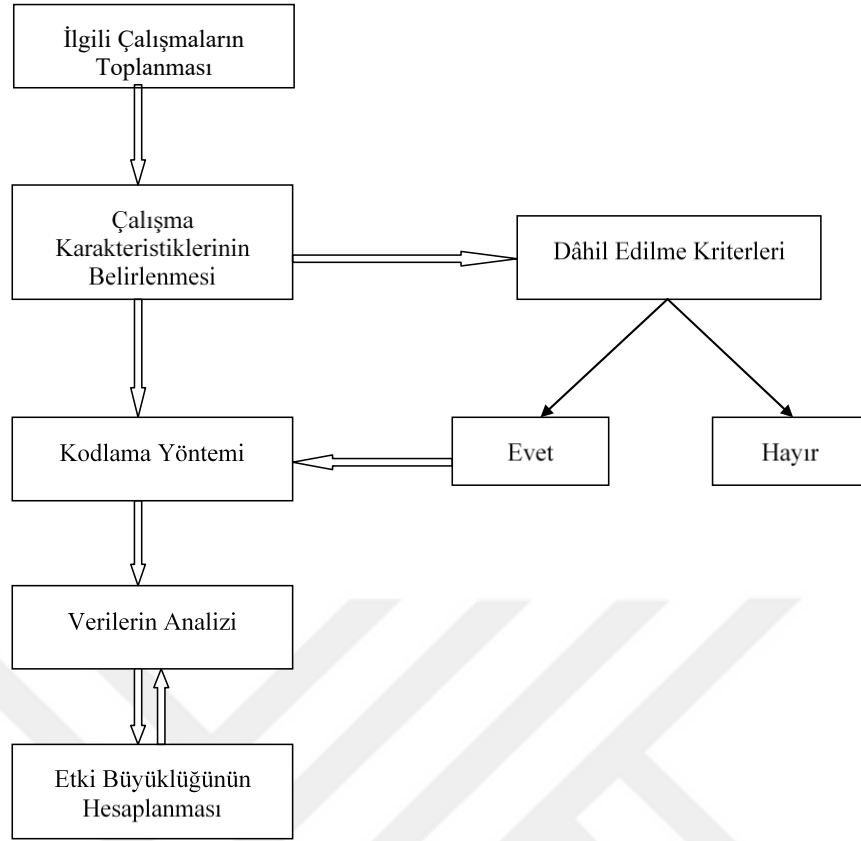
- **Psikometrik Meta Analizi:** Bu yöntemde araştırmaya dâhil edilecek tüm çalışmaların kalitesi önemsenir ve seçim ona göre yapılır. Hunter ve Schmidt tarafından geliştirilen bu yöntem, diğer meta analiz yöntemlerinin en iyi özelliklerinin harmanlanmasıyla ortaya çıkmıştır. Bu yöntemde etki büyüklüğünün dağılımını; düzeltilmiş örneklem hatası, ölçme hatası ve diğer sistematik hatalar oluşturur. Eğer geride kalan değişkenler hala çoksa etki büyüklüğü önceden seçilmiş çalışma karakteristiklerine göre alt gruplara ayrılır. Her alt grup ayrı bir meta analiz olarak kabul edilir. Ne yazık ki bu teknik doğru etki büyüklüğünü hesaplayabilmek için pek çok bilgi gerektirir. Ancak bu bilgilerin çoğu bireysel çalışmanın raporunda yer almamaktadır (Bangert-Drowns

& Rudner, 1991).

2.1.12 Meta Analiz Yönteminin İşlem Basamakları

Meta analiz yöntemi aslında temel araştırma yöntemiyle aynı basamakları izler. Bu yöntemde de ilk olarak çalışmanın amacı belirlenir, daha sonra çeşitli alanlardaki pratik veya teorik sorularla çalışmanın iskeleti oluşturulur ve ardından alanyazın taraması ile araştırmacının belirlemiş olduğu dâhil edilme ölçütlerine göre çalışmaların seçimi gerçekleştirilir. Bu yöntem çok sayıda çalışmanın bulunduğu araştırmalar için uygundur. Bir sonraki adımda veriler toplanmaya başlanır, çalışma özellikleri, objektif olarak kodlanır ve geçerliliği gözden geçirilir. Daha sonra çalışma sonuçlarının karşılaştırılabilir hale gelmesi için genel bir ölçü birimine dönüştürülür ve özellikle eğitim araştırmalarında deney ve kontrol grubu arasındaki farkı ortaya çıkartmak için kullanılan tipik ölçü birimi, standartlaştırılmış etki büyüklüğüdür. Daha sonra ise çalışma karakteristikleri ve bulgular arasındaki ilişkiyi ölçmek amacıyla istatistiksel yöntemler kullanılır (Bangert-Drowns & Rudner, 1991).

Armağan (2011), çalışmasında meta analiz için işlem basamaklarını şekil 2.2.' deki gibi özetlemiştir;



Şekil 2. 2. Meta analiz aşamaları (Armağan, 2011).

2.1.13 Meta Analiz Yönteminin Avantajları ve Dezavantajları

Meta analiz yöntemi uygulanırken bazı avantaj ve dezavantaj durumları oluşmaktadır. Bunlar aşağıda verilmiştir.

- Araştırmacıların alanyazın incelemesi süresince harcamış oldukları enerji ve zaman kaybı konusunda kolaylık sağlamaktadır (Balcı ve Baydemir, 2015).
- Meta analiz çalışmasında araştırmacıların, ele alınan problem ve çözümüne ilişkin tercih edecekleri modelleri en uygun şekilde belirlemelerine imkân sağlar (Balcı ve Baydemir, 2015).
- Küçük çaplı bağımsız olarak hazırlanmış çalışmaları bir araya getiren bir yöntem olduğundan dolayı, niceliksel olarak daha büyük örneklemle çalışabilme olanağı sunmakta ve böylece popülasyona ilişkin etki büyüklüğüne yönelik daha doğru ve tutarlı kestirim yapabilmeyi sağlamaktadır. Bunun neticesinde ise, bağımsız şekilde yürütülen çalışmalarda sunulan sonuçlar arasında gözlemlenen tutarsızlıklar giderilmeye çalışılarak araştırma için genel geçer bir çözüm üretilmektedir (Balcı ve Baydemir, 2015).

Abramson (1994), herhangi bi konuya ilişkin bağımsız şekilde yapılmış olan farklı çalışmaların sonuçlarını birleştirmenin faydalarını şu şekilde belirtmektedir:

- Bireysel çalışmalar hemen hemen benzer bulguları barındırıyorsa elde edilen bulguların geçerlilik düzeyi artacaktır.
- Bağımsız araştırmaların istatistiksel anlamlılık açısından dikkate değer sonuçlara ulaşabilmesi açısından düşük düzeyde örneklem grubuna sahip olabilir, buradan hareketle meta-analiz araştırmalarının bulgularının birleştirilmesi bunu en kapsamlı şekilde ortaya koyabilir.
- Birbirinden bağımsız araştırmalar çeşitli bulgular içeriyorsa, bu farklılıklara yol açan sebepleri incelemek yeni hipotezlerin oluşmasını veya yeni bilgilere erişimi sağlayabilir.
- Birbirinden bağımsız araştırmalar benzer bulgulara içeriyorsa, onları bir araya getirebilmek için çalışılmış olan diğer ilişkilerin gücünü ya da olası bir medyatörün etkisini kestirebilme imkânı sunar.
- Farklı araştırmalarda kullanılan çeşitli dış etmenlerin olası etkilerini karşılaştırmak için meta analiz kullanılabilir.

Yukarıda ifade edilen yararlarına karşın bazı durumlarda meta-analize ilişkin olumsuz eleştirilerin de bulunduğu söylenebilir. Bu eleştiriler şu şekilde sıralanabilir (Balcı ve Baydemir, 2015):

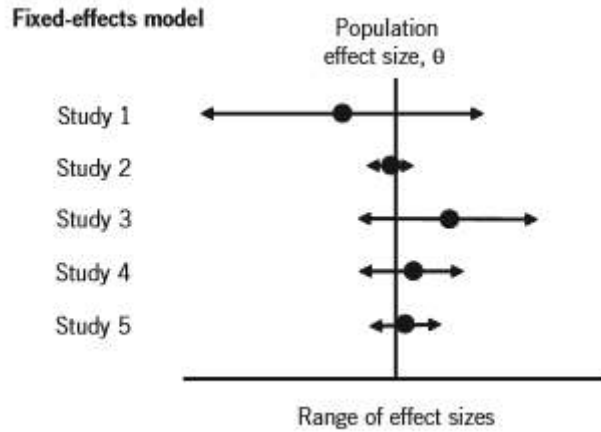
- Analize dâhil edilen araştırmalar katılımcı profili, değişken belirleme ve ölçüm teknikleri bağlamında farklılık arz edebileceğinden dolayı, bu tür araştırmalardan edinilen sonuçları bir araya getirerek genel bir çıkarıma ulaşmanın anlamlı olmadığı söylenebilir.
- Yayımlanan çalışmalar incelendiğinde genellikle istatistiki açıdan anlamlı farklılık bulunduğu görülmekte ve bu farklılık meta-analizde yapılan tahminlerde yanlılığa sebep olmaktadır.
- Çalışmaların genellikle İngilizce olarak yayımlanmış olması ve yürütülen bir araştırmadan birden fazla yayın üretilmiş olması yanlılığa sebebiyet vererek meta-analizin güvenilirliğini düşürmektedir.
- İyi organize edilmiş araştırmalar ile zayıf tasarlanmış araştırmaların birlikte ele alınması da meta-analize yönelik yapılan olumsuz eleştiriler arasında görülmektedir.

2.1.14 Meta Analiz Yönteminde Kullanılan İstatistiksel Modeller

Meta-analize dâhil edilecek olan çalışmalar belirlendikten sonra verilerin istatistiksel modeller kullanılarak birleştirilmesi gerekmektedir. Meta-analiz araştırmalarında iki adet istatistiki model kullanılmaktadır. Bunlar “Rastgele Etkiler Modeli” (Random Effects Model) ve “Sabit Etkiler Modeli” dir (Fixed Effect Model) ve (Dinçer, 2014: 19). Çalışmanın heterojen veya homojen yapıda olması modelin hangisinin kullanılacağını belirler.

Sabit Etkiler Modeli

Sabit etki modelinde çalışmada evren büyüklüklerinin aynı büyüklüğe sahip olduğu varsayılmaktadır. Başka bir ifadeyle bu model, standart sapmaları sifıra eşit olan çalışmalar için kullanılmaktadır. Böylece çalışmaların ortak tek bir gerçek etkiye sahip olduğu kabul edilmektedir (Dinçer, 2014: 19). Yapılan heterojenlik testi neticesinde bireysel çalışma sonuçlarının heterojenliği düşük çıkmış ise sabit etkiler modeli kullanılabilir (Dinçer, 2014: 19).



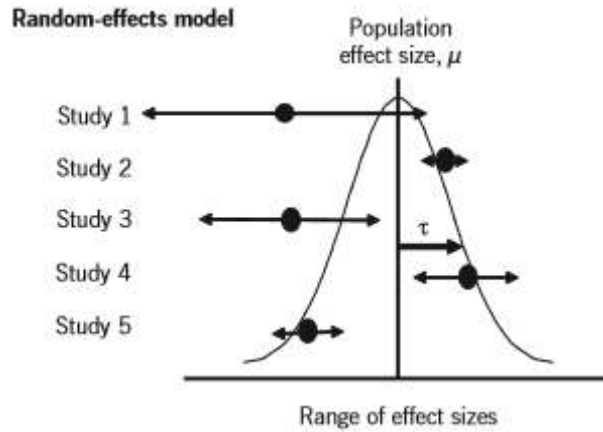
Şekil 2. 3. Sabit Etkiler Modeline Göre Çalışmaların Etki Büyüklükleri (Card, 2012)

Şekil 2. 3’te, 5 farklı çalışmaya ait etki büyüklüklerinin sabit etkiler modeline göre dağılımı görülmektedir ve dikey çizgi ortalama etki büyüklüğünü göstermektedir. Meta analize dâhil edilen çalışmaların ortalama etki büyüklüğünden fazla sapma göstermediği söylenebilir ve bu modele göre yapılan analizler değerlendirilirken sadece analize dâhil edilen çalışmaların sonuçları göz

önüne alınarak yorumlanmakta yani genelleme yoluna gidilmemektedir (Card, 2012).

Rastgele Etkiler Modeli

Sabit etkiler modelinin tahminlerinin uygun olmadığı durumlarda daha yaygın bir biçimde kullanılan yöntem, rastgele etkiler modeli yöntemidir. Rastgele etkiler modelinde meta-analizde kullanılacak bütün çalışmaların gerçek etki büyüklüğünün ayrı yani heterojen olduğu kabul edilmektedir. Çalışmaların evren büyüklüklerinin değişiklik gösterdiğini ve standart sapmalarının sıfırdan farklı olması gerektiğini ifade etmektedir. Çalışmalar arası varyans değeri, tahmin edilen varyanstan büyük veya küçük çıkabilmektedir. Varyans tahmin edilenden düşük seviyedeysse rastgele veya sabit etkiler modeline dayanan yöntemler büyük olasılıkla benzer sonucu verecektir. Aksi takdirde, çalışmalar arası hesaplanmış olan varyans, çalışmaların ağırlıklandırılması için kullanılmalıdır (Demirel, 2005).



Şekil 2. 4. Rastgele Etkiler Modeline Göre Çalışmaların Etki Büyüklükleri Dağılımı (Card, 2012)

Şekil 2. 4'te 5 çalışmaya ait etki büyüklüklerinin rastgele etkiler modeline göre dağılımı görülmektedir ve dikey çizgi ortalama etki büyüklüğünü göstermektedir. Meta analize dâhil edilen çalışmaların ortalama etki büyüklüğü etrafında çeşitlilik gösterdiği söylenebilir ve bu modele göre yapılan analizler değerlendirilirken genelleme yoluna gidilir (Card, 2012).

Araştırmacıların kullanacakları modeli seçerken şu hususları dikkate almaları gerekir ve de önemlidir (Card, 2012):

- Aykırı değerlerin varlığı,
- İstatistiksel güç,
- Dikkat çekmek istedikleri sonuç,
- Analizleri yapmadaki karmaşıklık,
- Etki büyüklükleri arasındaki açıklanmayan heterojenliğin varlığı.

2.1.15 Etki Büyüklüğü

Çalışmaları nicel olarak birleştirmek için, çalışmalarda karşılaştırılabilir olan ölçümlerin alınması gerekmektedir. Bu tür karşılaştırılabilir ölçümleri almaya yönelik girişimler, etki büyüklükleri olarak adlandırılan bir grup indeks vermiştir (Littell vd., 2008, s. 17). Etki büyüklüğünün meta analiz yönteminde kullanması ilk olarak Glass (1976) tarafından önerilmiştir (Hedges ve Olkin, 1985, s. 6). Etki büyüklüğü evrende ortaya çıkan ya da bulunan sonucun büyüklüğünü ifade eder (Ellis, 2010, s. 5) ve bu istatistik müdahale etkisinin büyüklüğünü ya da iki değişken arasındaki ilişkinin gücünü yansıtmak için kullanılmaktadır (Borenstein vd., 2009, s. 3). Etki büyüklüğünün üç genel türü vardır. Bu türler iki sürekli değişkenin ortalamalarını karşılaştırmak için kullanılanlar (standartlaştırılmış ortalamalar farkı gibi), iki ölçüm arasındaki ilişki için kullanılanlar (korelasyon gibi) ve meydana gelme ya da sıklık oranını iki örneklemde karşılaştırmak için kullanılanlar (odds oranı gibi) şeklinde sınıflandırılabilir (Pigott, 2012). İki sürekli değişkenin ortalamalarını karşılaştırmak için kullanılan etki büyüklüğü istatistikleri grup ortalamalarının farkının standart sapmaya bölünmesiyle elde edilmektedir. Bu tür bir etki büyüklüğünü hesaplamak için Cohen'in d'si, Glass'ın Δ 'sı ve Hedges'in g'si gibi istatistikler kullanılmaktadır. Bu istatistiklere ait formüller aşağıdaki gibidir (Ellis, 2010, s. 10) :

$$Cohen\ d = \frac{M_1 - M_2}{SS_{birleştirilmiş}} \quad \text{Eşitlik 2.1}$$

$$Glass\ \Delta = \frac{M_1 - M_2}{SS_{kontrol}} \quad \text{Eşitlik 2.2}$$

$$Hedges\ g = \frac{M_1 - M_2}{SS^*_{birleştirilmiş}} \quad \text{Eşitlik 2.3}$$

Buradaki tüm eşitliklerde M1 1. grubun ortalamasını, M2 2. grubun ortalamasını ifade etmektedir. Eşitlik 2.1’de SS birleştirilmiş iki grup için standart sapmanın (serbestlik derecesine göre ağırlıklı ortalaması hesaplanarak) birleştirilmiş halini ifade ederken, Eşitlik 2.2’de SS kontrol grubunun standart sapmasını göstermektedir. Eşitlik 2.3’teki SS* birleştirilmiş ise iki grup için standart sapmanın ağırlıklandırılarak birleştirilmiş halini ifade etmektedir.

Cohen d’nin küçük örneklerde d’nin mutlak değerini kestirme eğiliminde olan küçük bir yanlılığa sahip olduğu bilinmektedir. Bu yanlılığın giderilmesi için Cohen d basit bir düzeltme formülüyle yansız kestirim yapan Hedges g etki büyüklüğüne dönüştürülebilir (Hedges, 1985).

Bazı çalışmaların bulgularında anlamlı fark bulunmadığı ifadesine rastlanırsa uygulanan yöntemin etkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmamalıdır çünkü etkinin önemsenerek düzeyde olup olmamasına, etki büyüklüğüne bakılarak yorum yapılabilir (Dinçer, 2021; Özsoy ve Özsoy, 2013; Schmidt ve Hunter, 1977). Etki büyüklüğüne ilişkin farklı formüller olsa da eğitim bilimlerinde ağırlıklı olarak Hedges ve Cohen’ in oluşturduğu formüller tercih edilmektedir. Bu iki formül sonucunda ulaşılan değerler birbirine benzer olabilir; farklılaşabilme durumu olan boyutuysa dahil edilen örneklem büyüklüğünün istatistikteki kullanım şeklidir (Özsoy ve Özsoy, 2013). Cohen’s d olarak ifade edilen formül daha düşük seviyedeki örneklemere sahip araştırmalar için kullanılırken Hedges’ g olarak ifade edilen formül daha büyük ölçekli örneklemeler için kullanılmaktadır (Dinçer, 2021).

2.1.16 Etki Büyüklüğü Sınıflandırılması

Meta analiz araştırmalarında istatistiksel modeller kullanılarak yapılan analizler ile elde edilen etki büyüklükleri yorumlanırken, bulunan sonuçların hangi düzeyde olduğunu yorumlamada kullanılan bazı sınıflandırmalar bulunmaktadır. Alan yazında birden fazla sınıflandırma vardır ve bunlar içerisinde en çok kullanılanları Cohen ve diğerleri (2007) ile Thalheimer ve Cook (2002) sınıflandırmalarıdır.

Cohen ve diğerlerine göre, etki büyüklüğü sınıflandırması aşağıdaki gibidir (2007):

- $0 \leq \text{Etki büyüklük değeri} \leq 0.20$: etki düzeyi önemsiz (poor),

- $0.21 \leq \text{Etki büyüklük değeri} \leq 0.50$: etki düzeyi düşük (modest),
- $0.51 \leq \text{Etki büyüklük değeri} \leq 1.00$: etki düzeyi orta (moderate),
- $1.01 \leq \text{Etki büyüklük değeri}$: etki düzeyi güçlü (strong) anlamına gelmektedir.

Thalheimer ve Cook (2002) sınıflandırması ise şöyledir:

- Etki büyüklük değeri < 0.15 : etki düzeyi önemsiz (negligible),
- $0.15 \leq \text{Etki büyüklük değeri} < 0.40$: etki düzeyi düşük (small),
- $0.40 \leq \text{Etki büyüklük değeri} < 0.75$: etki düzeyi orta (medium),
- $0.75 \leq \text{Etki büyüklük değeri} < 1.10$: etki düzeyi geniş (large),
- $1.10 \leq \text{Etki büyüklük değeri} < 1.45$: etki düzeyi çok geniş (very large),
- $1.45 \leq \text{Etki büyüklük değeri}$: etki düzeyi çok yüksek (huge) olarak yorumlanmaktadır.

Bu meta analiz çalışmasında etki büyüklüklerine ait değerlendirmeler Cohen ve diğerleri (2007)'nin sınıflandırması dikkate alınarak yapılmıştır.

2.1.17 .Heterojenlik

Meta analiz çalışmalarında bazen birincil çalışmalardan elde edilen etki büyüklükleri tutarlı iken, bazen tutarlılık söz konusu olmayabilir. Bu nedenle etki büyüklüklerinin çalışmadan çalışmaya dağılımını değerlendirmek önemlidir ve bu dağılım verilerin yorumlanmasında dikkate alınmalıdır. Eğer etki büyüklükleri tutarlı ise (homojen ise) genel etkiye odaklanılır ve bu etki analize dâhil edilen çalışmaların alanı boyunca güçlüdür. Etki büyüklüğü orta derecede değişkenlik gösteriyorsa, yine genel etki büyüklüğü raporlanabilir, ancak seçilen herhangi bir çalışmada gerçek etki bu değerden daha yüksek ya da daha düşük olabilir. Etki bir çalışmadan diğerine büyük ölçüde değişiyorsa, genel etki büyüklüğünden ziyade etki büyüklüklerinin dağılımına odaklanılmalıdır. Gözlenen etkilerdeki dağılım kısmen hatalı (etkiler gerçek farklılıkları ve rastgele hatayı içerir) olduğu için, etkilerdeki değişkenliği yorumlamadan önce gözlenen değişkenliğin (eğer varsa) ne kadarlık kısmının gerçek olduğunun belirlenmesi gerekmektedir (Borenstein vd., 2009, s. 6-7). Meta analizde de birincil çalışmalarda olduğu gibi standart sapma ve varyans gibi indeksler kullanarak değişkenlik tanımlanmaktadır. Ancak süreç birincil çalışmalara göre meta analizde daha karmaşıktır. Burada gerçek etki büyüklüklerinin değişkenliği olarak kastedilen “heterojenlik” tir ve aslında gözlemlediğimiz değişkenlik hem (gerçek) heterojenliği hem de rastgele hatayı

içermektedir. Rastgele etkiler modeli, gerçek etki büyüklüğünün çalışmadan çalışmaya değişmesine karşı duyarlıdır. Yani heterojenlik durumu olduğunda rastgele etkiler modeli kullanılabilir. Etki büyüklüklerinin heterojenliğini ölçmek ve tanımlamak için bazı yaklaşımlar bulunmaktadır (Borenstein vd., 2009, s. 107).

2.1.18 Güven Aralığı

Ortaya çıkan sonuçların genele göre uyarlanmasında ne düzeyde tutarlı sonuç oluşturabileceğinin bir göstergesidir. Güven aralığının dar olması ortaya çıkan sonuçların kesin olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda çalışmalarda ortaya çıkan sonuçların güven aralığının dar olması beklenmektedir. Meta-analiz yapılacak çalışmaların çoğunlukla örneklem büyüklüğünün fazla olması durumunda güven aralığı dar, örneklem büyüklüğün az olması durumunda ise güven aralığının dar olmadığı ortaya çıkmaktadır. Bundan dolayı genellikle örneklem büyüklüğü çok olan çalışmalar meta-analiz uygulamasında tercih edilmektedir. Sonuç olarak güven aralığının dar olduğu çalışmaların aynı sonuca ulaştığı düşünülmektedir (Dinçer, 2014b).

2.1.19 *p*- değeri ve *Q*- değeri

Çalışmalarda kıyaslanan gruplar arasında farkın anlamlı olup-olmamasının değerlendirilmesinde dikkate alınan konu istatistiksel açıdan önemli olma durumudur. (Kılıç, 2014). *p*- değeri istatistikte anlamlı bir farkın birden fazla değişken veya grup arasında olma durumunu gösteren değerdir. Değişken veya gruplar da *p*- değeri ,05'ten küçük olursa anlamlı bir farkın olduğu anlaşılmaktadır. Meta-analizde de benzer bir şekilde *p*- değeri ,05'ten küçük ise bireysel olarak ortaya konulan çalışmalar içerisinde anlamlı bir farkın olduğu ortaya çıkmaktadır. Anlamlı fark oluşan bu sonuca göre çalışmada rastgele etkiler modelinin tercih edilmesinin gerekliliği ortaya çıkıyorken, *p* değerinin ,05'ten büyük değerde iken çalışmada sabit etkiler modelin tercih edilmesinin gerektiği ortaya çıkmaktadır. İstatistik bulgularında *p*-değeri tercih ediliyor olsa da meta-analizde genellikle *Q*-değeri tercih edilmektedir. *Q*- değeri genellikle *p*-değerinden daha kesin sonuçlar ortaya çıkarabilir (Dinçer, 2014b).

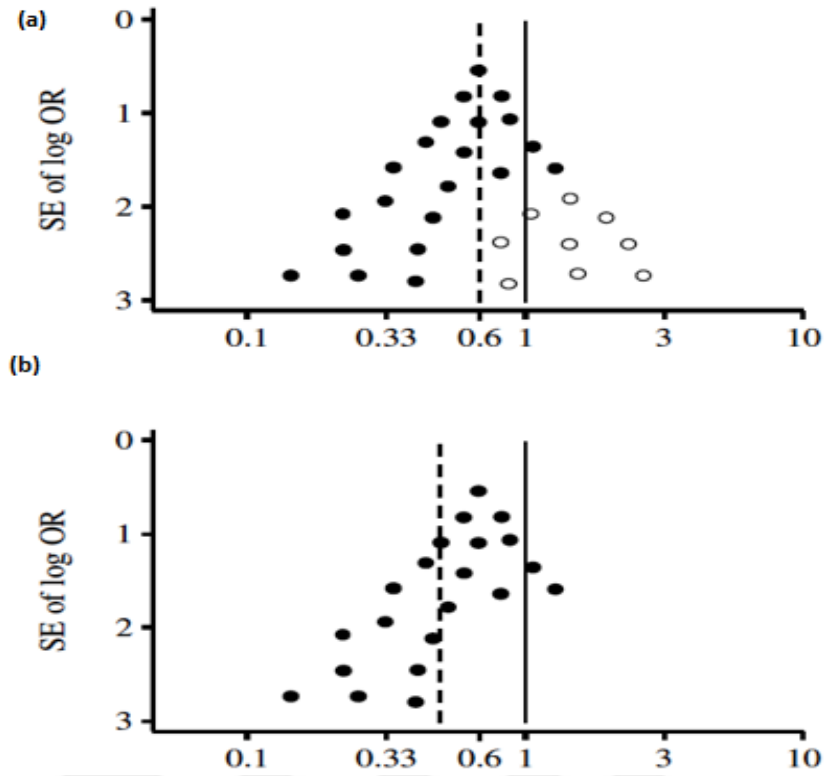
2.1.20 Yayın Yanlılığı

Yayın yanlılığı, çalışmada bulunan yayınlar için yokluk hipotezinin kabul edildiği veya negatif sonuçların bulunduğu çalışmaların, olumlu sonuçlar elde

eden çalışmalardan daha az yayınlanması olasılığını ifade eder. Bu yayın yanlılığının etkisi, literatürde yayınlanmış araştırmaların bir konu üzerinde yürütölmüş tüm çalışmaları temsil edememesidir. Bu nedenle mevcut çalışmaların genel etki büyüklüğünün, tüm çalışmalar dikkate alındığında elde edilecek genel etki büyüklüğünden daha güçlü sonuçlar vermesi muhtemeldir. Yayın yanlılığının başka nedenleri de bulunmaktadır. Bunlardan ilki dil yanlılığı, mevcudiyet yanlılığı, maliyet yanlılığı, benzerlik yanlılığı ve sonuç yanlılığıdır. Dil yanlılığı, örneğın özellikle İngilizce olarak yayınlanan çalışmaların seçici olarak meta analiz çalışmasına dâhil edilmesi iken mevcudiyet yanlılığı araştırmacının kolaylıkla erişebildiğı çalışmaları seçici olarak dâhil etmesidir. Maliyet yanlılığı, sadece ücretsiz ya da düşük maliyetle elde edilebilen çalışmaların meta analiz çalışmalarına dâhil edilmesini ifade ederken benzerlik yanlılığı sadece kendi disiplininden seçmeli olarak dâhil edilmesini ifade etmektedir. Son olarak sonuç yanlılığı ise araştırmacının sonuçların yönüne ve istatistiksel manidarlığına bağılı olarak sadece bu yöndeki birincil çalışmaları meta analiz çalışmasına dâhil etmesidir (Rothstein, Sutton ve Borenstein, 2005, s. 3).

2.1.21 Huni Grafiğı

Huni grafikleri meta analizde yayın yanlılığı ve diğeri yanlılıkların araştırılmasında birincil görsel araçtır. Bu grafik çalışma büyüklüğünün bir ölçüsüne karşı bireysel alışmalardankestirilen müdahale etkilerinin basit dağılım grafiğıdir. Huni grafikleri alışmalarınörneklem büyüklüğü arttıkça müdahale etkisinin kestirimindeki kesinliğin arttığı gerçeğinedayanmaktadır. Bu nedenle dikey eksen de çalışma büyüklüğünün bir ölçümü verildiğinde, küçük örneklemlili çalışmalardan elde edilen sonuçlar geniş bir şekilde grafiğın alt tarafında yayılırken, büyük örneklemlili çalışmalar daralarak yayılır. Şekil 5'te yayın yanlılığının yokluğu ve varlığı durumlarına ilişkin huni grafikleri verilmiştir.



Şekil 2.5. Yayın yanlılığının yokluğu (a) ve varlığı (b) durumunda huni grafikleri

Şekil 5'teki ilk grafikte görüldüğü üzere yanlılık bulunmadığında grafik bir huninin ters çevrilmiş simetrik halini anımsatacaktır. Ancak yayın yanlılığının olması durumunda Şekil 5'te aşağıda bulunan grafikteki gibi bir dağılım oluşur. Örneğin istatistiksel olarak manidar bir etki göstermeyen daha büyük örneklemli çalışmaların (Şekil 5'te üstteki grafikte bulunan daireler bu çalışmaları temsil eder) yayınlanmadığı durumda huni grafiğinin sağ alt tarafında bir boşluk oluşacak ve grafik asimetrik görünecektir. Grafik bu şekilde olduğunda meta analizden elde edilen birleştirilmiş etki, ilişkinin gücünden ya da ortalama etkiden daha yüksek bir şekilde kestirilmiş olacaktır. Ayrıca asimetri durumu belirginleştikçe yanlılığın miktarının daha da önemli olması muhtemeldir (Rothstein vd., 2005, s. 76).

2.1.22 Moderatör Analizi

Meta-analiz kapsamında yer alan çalışmaların etki büyüklükleri arasındaki heterojenlik durumunun sebeplerinin tespit edilmesi adına moderatör analizi gerçekleştirilir (Borenstein vd., 2009). Meta-analizin en uğraştırıcı yönlerinden birisi de, bir çalışmadaki heterojenlik düzeyini tespit edebilmektir. Sabit ya da

rastgele etkiler modelinin tercihi de etki durumundaki kararı değiştirebilecek olmasından dolayı önemlidir. Önemli bir farklılık tespit edilirse, bu farklılığı açıklayabilmek adına etkin moderatör değişkenler araştırılabilir (Huedo-Medina vd., 2006). Hedges ve Olkin'in (1985) ortaya koyduğu Q istatistik yöntemi ile istatistiksel açıdan moderatörler arasındaki farkın anlamlı olup olmadığı tespit edilmiştir. Q istatistik yönteminde; Q_w , moderatörün kendi içerisinde homojenliğini test eder, Q_b ise moderatörler arası homojenliği incelemektedir (Borenstein vd. 2009). Bu çalışma da Q_b kullanılarak moderatörler arasında farkın istatistiksel açıdan anlamlı olup olmadığı tespit edilmiştir.

2.1.23 Rosenthal'ın Güvenli N Yöntemi (Dosya Çekmecesi

Problemi)

Herhangi bir araştırma alanı için yapılan ancak rapor edilmeyen kaç çalışma olduğu bilinemez. Dosya çekmecesi probleminin (file drawer problem) aşırılığının nedeni, çalışmaların %95'i aslında manidar etki olmadığına dair sonuç verirken, dergilerin %5'lik bir dilime sahip olan ve 1. Tip hata göstererek manidar bulunan çalışmalar ile dolu olmasıdır. Bu nedenle Rosenthal tarafından H_0 'ı kabul eden ya da gelecekte kabul edecek çalışmalar için tolerans hesaplamak amacıyla nicel prosedürler geliştirmiştir (Rosenthal, 1979).

Rosenthal (1979)'un dosya çekmecesi problemi ile baş etmede temel fikri, 1. Tip hata olasılığı istenilen herhangi bir manidarlık düzeyine (Örneğin; $p=0,05$) getirilmeden önce, çekilen dosyalar içinde bulunması gereken ve manidar olmayan sonuçlara ulaşılan ortalama çalışma sayısını basitçe hesaplamaktır. Daha sonra dosyalanan bu çalışma sayısının ya da gelecekte manidar olmayan sonuçlar için tolerans düzeyinin genel sonucu tehdit edebilecek kadar küçük olup olmadığı araştırmacılar tarafından değerlendirilir. Değerlendirme sonucunda incelemenin genel manidarlık düzeyi birkaç H_0 'ın kabul edildiği çalışmanın eklenmesiyle önemli ölçüde azalıyorsa, araştırmacı bu incelemenin dosya çekmecesi problemine karşı dirençli olmadığı sonucuna varır.

2.1.24 Kırpma Doldurma Yöntemi

Duval ve Tweedie kayıp çalışmaların sayılarını ve sonuçlarını kestirmek ve uyarlamak için huni grafiklerinin kullanımını formüle ederek basit bir sıra temelli (rank-based) veri çoğaltma tekniği geliştirmişlerdir. Bu doğrultuda çalışmalarında, çalışma sayısı için birkaç parametrik olmayan kestirici

önermişlerdir ve bu kestiricilerin özelliklerini analitik olarak simülasyon yöntemiyle geliştirmişlerdir (Duval ve Tweedie, 2000a). Geliştirdikleri kırpmadoldurma yöntemi iteratif bir sürece dayanmaktadır. Bu iteratif süreçte öncelikle Δ , standart bir sabit ya da rastgele etkiler modeline dayalı olarak kestirilir. Daha sonra Δ 'nın bu ilk kestirimi etrafında kaç tane eşsiz değer bulunabileceğine karar vermek için k_0 kestiricilerden biri kullanılır. Sonrasında bulunan bu eşsiz değerler kesilerek huni grafiği daha simetrik bir hale getirilir. Bu kırpılmış veri setinde, önceki delta değerinin solunda yeni bir delta değeri elde etmek için tekrar kestirim yapılır. Sonraki aşamada elde edilen yeni merkezi değer kullanılarak, kayıp çalışmaların sayısı yeniden kestirilir ve kesme süreci tekrarlanır. Uygulamada ortalama 2-3 iterasyon yapıldığında işlem sabitlenmektedir. (Duval ve Tweedie, 2000b).

2.1.25 Begg ve Mazumdar'ın Sıra Korelasyonu Yöntemi

Begg ve Mazumdar (1994) meta analizde yayın yanlılığını tespit etmek amacıyla bir dizi simülasyon çalışması yaparak sıra korelasyonu testi yöntemini geliştirmişlerdir. Bu yöntemde test istatistiği doğrudan huni grafiğinin istatistiksel bir analogudur. Geliştiriciler 75 birincil çalışmadan oluşan büyük meta analizler için testin oldukça güçlü olduğunu ancak 25 birincil çalışma içeren daha küçük meta analizler için orta düzeyde güce sahip olduğunu belirtmişlerdir. Begg ve Mazumdar (1994), geçerli bir sıra korelasyonu testi oluşturmak için öncelikle etki büyüklüklerini standartlaştırıp, varyansları stabilize etmişlerdir.

2.1.26 Egger'in Regresyon Testi

Egger, Smith, Scheneider ve Minder (1997) basit bir huni grafiği asimetrisi testinin, meta analizler ile büyük deneylerin karşılaştırıldığı sonuçların uyumsuzluğunu kestirip kestiremediğini incelemişlerdir ve meta analizlerde yayın yanlılığının yaygınlığını değerlendirmişlerdir. Bunun için bir meta analiz ve tek bir büyük deneyden oluşan çiftler belirlemişlerdir. Etkilerin aynı yönde olması ve meta analitik kestirimin, deneyin %30'u dâhilinde olması durumunda sonuçların uyumlu olduğunu varsaymışlardır. Temel sonuç olarak araştırmacılar standart normal sapmaların kesinlik ile regresyonundan elde edilen regresyon sabiti ile huni grafiği asimetrisi derecesinin ölçümünü geliştirmişlerdir.

2.2 İlgili Araştırmalar

Yapılan literatür taraması sonucunda fen eğitiminde STEM yaklaşımının

kullanıldığı çok sayıda araştırmaya ulaşılmıştır ve çalışmaların bulguları konuları ve alanlarına uygun şekilde ayrılarak sonuçları doğrultusunda karşılaştırılmıştır. Erişilen araştırmaların geneli, Fen eğitime yönelik olarak gerçekleştirilmiş olup bu alanda yayımlanmış araştırmalar şu şekildedir:

2.2.1. STEM Eğitimi ile İlgili araştırmalar

STEM Eğitiminin Akademik Başarıya olan etkisinin araştırıldığı çalışmalar:

Ceylan (2014) 8. sınıf öğrencileriyle gerçekleştirmiş olduğu çalışmada, asitler ve bazlar ünitesine ilişkin deney grubunda STEM eğitimi temelli eğitim, kontrol grubunda yer alan öğrencilere de öğretim programında esas alınan yapılandırmacı yaklaşıma uygun öğretim uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya 2013-2014 akademik yılında 8. Sınıf düzeyinde öğrenimine devam eden toplam 56 öğrenci katılmıştır. Uygulama sonunda deney ve kontrol grubunun asit ve baz konusuna ilişkin akademik başarıları, yaratıcılık ve problem çözme becerileri karşılaştırılmıştır. Ayrıca STEM eğitimi temelli öğretim yapılan deney grubuna STEM eğitime ilişkin görüşleri sorulmuştur. Ön test-son test kontrol gruplu deneme modelinin kullanılmış olduğu araştırmada, hazırbulunuşluk testi, fene yönelik tutum ölçeği, asitler ve bazlar konusuna ilişkin ön bilgi testi uygulanmış olup gruplar ön testler bağlamında denk olacak şekilde oluşturulmuştur. Uygulama sonrasında asit ve bazlar konusuna ilişkin problem çözme envanteri, açık uçlu ve çoktan seçmeli başarı testi, bilimsel yaratıcılık testi ve deney grubuna STEM eğitime ilişkin görüş anketi uygulanmıştır. STEM eğitimi temelli öğrenim gören deney grubu öğrencilerinin asit ve baz konusuna ilişkin akademik başarılarının, problem çözme becerilerinin ve yaratıcılık düzeylerinin kontrol grubu öğrencilerine kıyasla daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Yıldırım (2016) 7. Sınıf öğrencileri ile yapmış olduğu çalışmada, İş-Enerji ve Basit makineler konularına ilişkin oluşturulan STEM eğitiminin, öğrencilerin akademik başarıları, fene yönelik motivasyonları, sorgulayıcı öğrenme beceri algıları ve STEM'e yönelik tutumlarına etkisini incelemiştir. 2015-2016 akademik yılında Muş İlinde bulunan bir ortaokulda öğrenim görmekte olan üç farklı sınıfta bulunan yedinci sınıf öğrencileri araştırmanın katılımcı grubunu oluşturmaktadır. Ön test olarak tüm öğrencilere akademik başarı testi-I ve II, fene yönelik

motivasyon ve sorgulayıcı öğrenme becerileri algı ölçekleri ve STEM tutum ölçeği uygulanmıştır. Ön test analizleri sonucunda, üç sınıf arasında anlamlı bir farklılık bulunmadığı belirlenmiş ve analizler sonrasında 2 deney ve 1 kontrol grubu belirlenmiştir. 8 haftalık süreç boyunca belirlenen konulara ilişkin deney gruplarında STEM temelli eğitim, kontrol grubunda ise öğretim programında belirlenen çerçevede eğitim gerçekleştirilmiştir. Uygulama sonrasında ön testte kullanılmış olan ölçekler son test olarak da kullanılmıştır. Ayrıca STEM eğitimine ilişkin yarı yapılandırılmış görüşme formu da kullanılmıştır. Verilerin analizi sonucunda, deney grubundaki öğrencilerin mühendisliğe ilişkin pozitif tutum geliştirdikleri, mühendislik mesleğine ilişkin cinsiyet algısının değiştiği belirtilmiştir. Ayrıca deney grubundaki öğrencilerin akademik başarıları puanlarının kontrol grubu öğrencilerine kıyasla daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Öğrenci görüşleri incelendiğinde, STEM eğitiminin anlamlı öğrenmeye imkân sağladığı, 21. yüzyıl becerilerinin gelişmesini desteklediği ifade edilebilir. Öğretmenle gerçekleştirilen görüşmeden elde edilen veriler, öğretmenlerin STEM eğitimine ilişkin gerekli bilgi, beceri ve donanıma sahip olmadıklarına işaret etmektedir. STEM eğitime ilişkin faaliyetlerin tüm eğitim kademelerinde zorunlu olmasının gerekliliği vurgulanmıştır.

Dewaters (2006) yapmış olduğu çalışmada, STEM temelli eğitim alan öğrencilerin, bütünleştirici STEM uygulamalarıyla gerçekleştirilmiş olan fen derslerinden memnun olduklarını, bu derslerin problem çözebilme becerilerini geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır. Öğrencilerden elde edilen veriler, STEM temelli eğitimin öğrenme yeteneklerinin gelişmesine katkı sağladığını göstermektedir. Ayrıca araştırmacılar, gelecekte teknolojik gelişmelere uyum sağlayabilmek için ileri seviyede fen ve matematik bilgisini öğrenmenin gereklilik arz ettiğini ifade etmişlerdir.

Cho ve Lee (2013) altıncı sınıf öğrencileri ile yapmış oldukları çalışmada, STEAM eğitime ilişkin hazırlanmış olan etkinliklerin öğrencilerin yaratıcı kişiliklerine ve yaratıcı problem çözme becerilerine etkisini incelemişlerdir. 8 hafta boyunca haftada 45 dakika olarak gerçekleştirilen STEAM uygulamalarının sonrasında uygulanan yaratıcı kişilik, yaratıcı problem çözme ve öğrenme düzeyleri ölçülmüştür. Kullanılan STEAM modülleri yaratıcı tasarımlar

oluşturmayı desteklemektedir. Elde edilen verilerin analizi sonucunda, STEAM eğitimi temelli oluşturulan ders planlarının öğrencilerin öğrenme düzeylerini olumlu düzeyde artırdığı belirlenmiştir.

Dedetürk (2018) altıncı sınıfta ses konusunda STEM etkinliklerin uygulanmasının öğrencilerin akademik başarılarına katkısının ne düzeyde olduğunu incelemiştir. Karma yöntemin esas alındığı araştırma 158 altıncı sınıf öğrencisi ile yürütülmüş ve 9 ders saati boyunca uygulanmıştır. Kontrol grubunda mevcut öğretim programı etkinlikleri uygulanırken, deney grubuna ise STEM etkinlikleri uygulanmıştır. Başarı testi uygulanarak veriler toplanmış ve sonuç olarak da deney gurubu lehine pozitif yönde anlamlı düzeyde farklılık olduğu ve STEM uygulamalarının akademik başarı seviyesini artırdığı tespit edilmiştir.

Nağaç (2018), 6.sınıflarla yürüttüğü bir çalışmada, Madde ve Isı ünitesini STEM destekli uygulamalarla işlemiş ve öğrencilerin akademik başarılarında ve problem çözme becerilerindeki değişimi incelemiştir. Bu çalışmaya göre öğrencilerin problem çözme becerileri ve akademik başarılarının gelişmesinde STEM etkinliklerinin anlamlı düzeyde bir etkisi tespit edilememiştir. Fakat öğrenciler, STEM etkinlikleri sonucunda olumlu görüşler bildirmişlerdir.

Kurtuluş (2019) altıncı sınıf öğrencileri ile yürütülen çalışmada, STEM temelli oluşturulan Lego etkinliklerinin; akademik başarı, problem çözme becerileri, bilimsel yaratıcılık, STEM eğitime yönelik tutumları ve fene yönelik motivasyon üzerindeki etkisini ortaya koymaya çalışmıştır. Bu kapsamda 85 öğrenci ile 7 hafta boyunca yürütülen çalışmada yarı deneysel desen kullanılmıştır. Kontrol gurubunda mevcut öğretim programı uygulanırken, deney grubunda ise mevcut öğretim programının yanında STEM temelli Lego etkinlikleri uygulanmıştır. Veriler; Kuvvet ve Hareket, Maddenin Özellikleri, Hayvanlar ve Ses konularına ilişkin ayrı ayrı oluşturulan akademik başarı testleri aracılığıyla elde edilmiştir. Araştırmada elde edilen verilerin analizi sonucunda, deney grubunda pozitif yönde anlamlı düzeyde fark oluşmayan tek test “Maddenin Özellikleri Akademik Başarı Testi” olurken, diğer testlerde anlamlı bir farklılığın olduğu tespit edilmiştir.

Kalemkuş (2019) tarafından yapılan deneysel STEM araştırmalarına yönelik meta-analiz çalışmasına göre 2014-2018 yılları arasında konu ile ilgili 89

Çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmaların 51 tanesinin ortaokul öğrencileri, 26 tanesinin ğretmen adaylarıyla gerçekleştirildiği görülmektedir. Araştırmaların 44 tanesinde bağımlı değişken akademik başarı, 19 tanesinde derse yönelik tutum, 12 tanesinde mesleki ilgi olarak belirlenmiştir.

STEM Uygulamalarının STEM Tutumlarına olan etkisinin araştırıldığı alışmalar:

Gülhan ve şahin (2016), tarafından yapılan çalışmada STEM entegrasyonunun 5. sınıf düzeyinde öğrenim görmekte olan öğrencilerin bu alanlarla yönelik algı ve tutumlarına etkisinin incelenmesi amaçlanmış ve araştırmada kontrol gruplu ön test-son test yarı deneysel desen kullanılmıştır. Araştırmanın verileri STEM'e ilişkim algı ve tutum testleri aracılığıyla toplanmıştır. Çalışmanın uygulamasında kontrol grubuna ğretim programında önerilen şekilde sorgulama temelli eğitim verilirken, deney grubu öğrencilerine ayrıca araştırmacıların geliştirmiş olduğu STEM etkinlikleri uygulanmıştır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda STEM etkinliklerinin öğrencilerin ilgili alanlarına yönelik tutum ve algılarını geliştirdiği belirlenmiştir. Algı testi özelinde teknoloji, mühendislik, teknoloji ve kariyer; tutum testi özelinde ise mühendislik, fen ve teknoloji disiplinlerine ilişkin pozitif yönde bir gelişme olduğu ifade edilmiştir.

Gökbayrak ve Karışan (2017) tarafından yapılan çalışmanın amacı STEM alanlarının disiplinlerarası yaklaşımla ve etkinlik temelli olarak öğretiminin amaçlandığı, öğretme ve öğrenme odaklı kuramsal yaklaşımlardan biri olarak kabul edilen STEM uygulamalarına ilişkin görüşlerini incelemektir. Yapılan çalışmada, öğrencilerin deneyimlemiş oldukları STEM uygulamalarının çok yönlü fayda sağladığını, ilgili alanlarda gelişime açık ve istekli olduklarını ve derslerin STEM temelli yürütülmesine ilişkin olumlu görüş belirttikleri sonucuna ulaşılmıştır.

Koca (2018) 'Basınç' konusunun ğretiminde STEM eğitimi temel alınarak ortaya konulan ğretim tasarımıının ğrencilerin; STEM ve Fen'e yönelik tutumları, STEM'e dair görüşleriyle birlikte akademik başarılarına ilişkin olası etkisi araştırılmıştır. Yöntemsel olarak karma araştırma yaklaşımının esas alındığı araştırma 33 yedinci sınıf ğrencisi ile sekiz ders saati süresince yürütülmüştür. Kontrol grubunda mevcut ğretim programı uygulanırken, deney grubunda ise

STEM temelli öğretim tasarımı uygulanmıştır. Çalışmanın verileri fene yönelik tutum ve akademik başarı testleri aracılığıyla elde edilmiştir. Çalışma sonucunda ise deney grubu öğrencilerinin fene yönelik tutum ve basınç konusuna ilişkin akademik başarı puanlarının kontrol grubuna kıyasla anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Doğan (2019) STEM etkinliklerinin, yedinci sınıf öğrencilerinin; fene yönelik tutumları, STEM eğitime yönelik tutumları, akademik başarıları ve bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Bu amaç doğrultusunda karma yöntemin esas alındığı araştırma yedinci sınıfta öğrenim gören 85 öğrenciyle 6 hafta boyunca gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubunda mevcut öğretim programı uygulanırken, deney grubunda ise STEM temelli 5E öğretim modeli uygulanmıştır. Çalışmanın verileri fene yönelik tutum ve Elektrik enerjisine ilişkin akademik başarı testleri aracılığıyla elde edilmiştir. Çalışma sonucunda ise deney grubu öğrencilerinin elektrik enerjisi konusuna ilişkin akademik başarı puanlarının kontrol grubuna kıyasla anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu, fene yönelik tutum puanları arasında anlamlı düzeyde bir fark bulunmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

STEM Uygulamalarının STEM Mesleklerine Yönelik ilgisine olan etkisinin araştırıldığı çalışmalar:

Knezek ve arkadaşları (2013), öğrencilerin STEM disiplinlerine ilişkin mesleki alanlara özgü kriterlerin öğrenciler tarafından algılanabilmesi ve öğrenciler tarafından tercih edilebilmesi için öğretim programlarında STEM uygulamalarının yer almasının önemli olduğunu belirtmişlerdir.

Gülhan ve Şahin (2016) tarafından hazırlanan çalışmada STEM entegrasyonunun 5. sınıf düzeyinde öğrenim görmekte olan öğrencilerinin fen alanındaki mesleklere yönelik görüşleri ve kavramsal anlamalarına etkisini araştıran bir çalışmada veriler Kavramsal anlamaya ilişkin sorular, mühendis kavramına ilişkin çizimler, mesleki tercihlere yönelik sorular aracılığıyla toplanmıştır. Sonuç olarak, STEM temelli eğitiminin, öğrencilerin fen alanına ilişkin kavramsal anlama düzeyini artırdığı, mühendislik alanına ilişkin algılarını pozitif yönde etkilediği ve STEM alanlarına yönelik mesleklere karşı ilgilerinin arttığı ifade edilmiştir.

Dieker ve arkadaşları (2012), STEM mesleklerine yönelime ilişkin gerçekleştirmiş oldukları çalışmada, sanal ve simülasyona dayalı STEM temelli planlanan yaz kampının, sosyoekonomik açıdan düşük düzeyde ancak STEM alanlarına ilişkin yeteneğe sahip lise öğrencilerinin STEM mesleklerine eğilimlerine etkisini belirlemeyi amaçlamışlardır.

Kier, Blanchard, Osborne ve Albert (2013), ortaokul öğrencileri ile yapmış oldukları çalışmada, STEM Alanlarına İlgili Ölçeği'ni geliştirmeyi amaçlamışlardır. Araştırmada Fen, Matematik, Teknoloji ve Mühendislik şeklinde dört alt boyut ve her boyuta ilişkin 11 madde barındıran ölçeğin toplam 44 maddelik beşli likert tipi geçerli ve güvenilir bir ölçek olduğu ve ortaokul öğrencileri üzerinde uygulanabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Ortaokul öğrencilerinin STEM alanlarına yönelik meslek ilgilerini karşılaştıran bir çalışmada, kız öğrencilerin fen alanlarındaki mesleklere daha ilgili olduğu, erkek öğrencilerin ise mühendislik ve teknoloji alanlarındaki mesleklere daha ilgili olduğu tespit edilmiştir (Badur, 2018). Aynı çalışmada Badur (2018) kız öğrencilerin meslek seçimine karar verirken en çok akademik başarıları ve aile yönlendirmelerinden, erkeklerin ise ders içeriklerinden, digital oyunlardan, meslek sahiplerinden etkilendiğini belirtmiştir.

Çiftçi ve Çınar (2017), 7.sınıfa devam eden öğrencilerin STEM meslekleriyle ilgili düşüncelerini ve meslek farkındalıklarını araştırmışlardır. Öğrencilerin STEM mesleklerine ilgilerinin olduğu, fakat gelecekte STEM mesleği seçme ihtimallerinin düşük olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Karcı (2018) yaptığı araştırmada STEM temelli senaryo tabanlı öğrenme yaklaşımının 'Yaşamımızın Vazgeçilmezi: Elektrik' ünitesinde akademik başarı, derse yönelik motivasyon ve STEM alan mesleklerine yönelik ilgi üzerindeki etkisini belirlemeye çalışmıştır. Yarı deneysel desenin esas alındığı araştırma beşinci sınıfta öğrenim gören 50 öğrenci ile yürütülmüş ve uygulamalar dört hafta süresince gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubunda dersler yapılandırmacı yaklaşımla işlenirken, deney grubunda ise dersler senaryo tabanlı öğrenme yaklaşımı kullanılarak işlenmiştir. Veriler başarı testi uygulanarak elde edilmiş ve kontrol grubuna kıyasla, elektrik konusuna ilişkin akademik başarı açısından deney grubu lehine anlamlı düzeyde farklılık olduğu, fakat deney ve kontrol grubu öğrencilerinin Fen, Teknoloji, Matematik ve Mühendislik meslekleri seçmeye

yönelik ilgileri ve fen öğrenmeye yönelik motivasyonları üzerinde anlamlı bir farklılık olmadığı sonucuna ulaşmışlardır.

Kızılay (2018), Kayseri’de buluan 1667 öğrenci ile gerçekleştirdiği çalışmada, ortaöğretim kademesinde öğrenim görmekte olan öğrencilerin STEM alanlarına ilişkin kariyer ilgilerini araştırmıştır. Araştırmadan elde edilen veriler STEM alanlarına ilişkin kariyer ilgilerini cinsiyet, ebeveyn meslekleri, sınıf düzeyi, ekonomik düzey gibi demografik değişkenlerin etkilediği sonucuna ulaşılmış ve ulaşılan veriler ışığında uygun bir yol diyagramı hazırlamıştır.

2.2.2. Meta Analiz Çalışmaları

Dinçer ve Güçlü (2013), Fen eğitiminde bilgisayar destekli simülasyonların kullanımı ve etkililiğine yönelik yapmış oldukları çalışmada, Türkiye’de 2003-2012 yılları arasında yapılan çalışmalara ulaşmışlardır. Ulaştıkları 18 çalışmanın analizini gerçekleştirdiklerinde, fen bilgisi eğitiminde bilgisayar destekli simülasyon kullanımının kullanılan diğer yöntemlere kıyasla öğrencilerin tutum ve başarıları üzerinde daha fazla etkin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Ayaz ve Söylemez (2015) proje tabanlı fen eğitiminin akademik başarıya etkisine yönelik yapmış oldukları meta analiz çalışmada, proje tabanlı öğretim yaklaşımıyla geleneksel öğretim yaklaşımının öğrencilerin fene ilişkin akademik başarılarını etkileme düzeylerine bakılmış ve yayın yanlılığına yönelik Orwin yöntemi kullanılmıştır. Rastgele etkiler modeli kullanılarak etki büyüklüğü tespit edilmiş, etki büyüklüğü değerleri yorumlanırken Cohen ve arkadaşlarının (2007) belirlemiş olduğu sınıflandırma kullanılmıştır. Fen derslerinde kullanılan proje tabanlı öğrenme yaklaşımının, öğrencilerin fene ilişkin akademik başarılarına yönelik genel etki büyüklüğü 0.997’dir ve bu değer orta düzeyde etki büyüklüğüne karşılık gelmektedir. Fen derslerinde kullanılan proje tabanlı öğrenme yaklaşımının akademik başarıya ait etki büyüklüğüne yönelik gerçekleştirilen moderatör analizleri sonucunda; proje tabanlı öğretim yaklaşımının akademik başarıya etkisine yönelik etki büyüklüğünün en fazla fizik disiplinde ($d=1.046$), en düşük kimya disiplinde ($d=0.873$) olduğu tespit edilirken, en üst seviyedeki etki büyüklüğünün; öğrenim düzeyi olarak lise ($d=1.536$), örneklem büyüklüğüne göre 1-50 arasında ($d=1.078$), uygulama süresine göre 1-20 saat aralığında ($d=1.203$) ve yayın türlerine göre yüksek lisans tezinde ($d=1.043$) olduğu belirlenmiştir.

Ural ve Bümen (2016) fen eğitiminde yapılandırmacı yaklaşım temelli uygulamalara ilişkin yapmış oldukları meta analiz çalışmasında, 2002-2012 yıllarında yapılan 31 adet bireysel çalışmaya ulaşmış ve gerçekleştirilen analizlerde etki büyüklüğü hesaplamaları Cohen's d'ye göre yapılmış, elde edilen sonuçlar Thalheimer ve Cook (2002) tarafından oluşturulan sınıflandırma çerçevesinde yorumlanmıştır. Araştırmada rastgele etkiler modeli kullanılarak etki büyüklüğü tespit edilmiş, Q istatistiği aracılığıyla araştırmalar arası heterojenlik belirlenmiş, yayın yanlılığına ilişkin olarak huni grafiği ile Begg-Mazumdar ve Egger testleri kullanılmıştır. Sonuç olarak rastgele etkiler modeli sonucunda, yapılandırmacılığa yönelik öğretimsel faaliyetlerin, fene ilişkin akademik başarıya etkisi 1.003 olarak geniş düzeyde, fene yönelik tutuma etkisi 0.743 ile orta düzeydedir. Yapılandırmacı öğretim yaklaşımının, geleneksel öğretim yöntemlerine kıyasla öğrencilerin fene yönelik tutum ve akademik başarısını pozitif yönde etkileiği tespit edilmiştir.

Balta ve Saraç (2016), Fen eğitiminde 7E öğrenme döngüsüne ilişkin yapmış oldukları meta analiz çalışmasında, dâhil etme kriterlerini sağlayan 2006-2015 yılları arasında yayımlanmış olan 24 araştırma incelenmiş olup Klasik Hata Koruma Sayısı N testi aracılığıyla yayın yanlılığı test edilmiştir. Analizi gerçekleştirilen bireysel çalışmalara yönelik örneklem büyüklüğünün 41 olması, Hedges'in belirlemiş olduğu etki büyüklüğünün kullanılmasını sağlamıştır. Etki büyüklüğü değerleri Thalheimer ve Cook (2002) tarafından oluşturulan sınıflandırmaya göre gerçekleştirilmiştir. Rastgele etkiler modeli aracılığıyla elde edilen etki büyüklüğü 1.245 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç, fen eğitiminde kullanılan 7E öğrenme döngüsünün çok geniş etki oluşturduğunu göstermiştir.

Ayaz ve Söylemez (2016) fen eğitiminde kullanılan proje tabanlı öğretimin fene yönelik tutuma etkisine ilişkin gerçekleştirilen meta analiz çalışmasında, proje tabanlı eğitimin geleneksel eğitime kıyasla öğrencilerin fene yönelik tutumlarına olan etkisini incelemiş ve 2012-2013 yılları arasında yayımlanmış olan 32 çalışma meta analize dahil edilmiştir. Orwin Korumalı N Sayısı testi aracılığıyla yayın yanlılığı belirlenmiştir. Rastgele etkiler modeli aracılığıyla hesaplanan etki büyüklüğü Cohen ve arkadaşlarının (2007) belirlemiş olduğu sınıflandırma kullanılarak yorumlanmıştır. Sonuç olarak, proje tabanlı

öğretimin öğrencilerin fene yönelik tutumlarında orta düzeyde etki oluşturduğu ifade edilebilir.

Aktamış ve arkadaşları (2016) fen eğitiminde kullanılan sorgulamaya dayalı öğretimin bilimsel süreç becerileri, fene ilişkin tutum ve akademik başarıya etkisine yönelik yapmış oldukları meta analiz çalışmasında, sorgulama temelli öğretim ve geleneksel öğretim yöntemlerinin öğrencilerin fene ilişkin tutum, akademik başarı ve bilimsel süreç becerilerine yönelik etkilerini araştıran çalışmaları meta analize dahil etmiştir. Orwin Korumalı N Sayısı testi aracılığıyla yayın yanlılığı olmadığı belirlenmiştir.

Saraç (2018) fen eğitiminde kullanılan STEM uygulamalarının öğrencilerin öğrenme ürünlerine etkisine ilişkin yapmış olduğu meta analiz çalışmasında, 2010 ile 2017 yılları arasında yurt içi ve yurt dışı literatürde yayımlanmış olan araştırmaları meta analize dahil etmiştir. Cohen'in d istatistiği aracılığıyla etki büyüklüğü, Orwin testi ile Huni diyagramı aracılığıyla da yayın yanlılığı belirlenmiştir. Sonuçlar Thalheimer ve Cook (2002) tarafından oluşturulan sınıflandırmaya göre yorumlanmıştır. Rastgele etkiler modeline göre STEM etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarılarına etkisi 0.442 olarak hesaplandığı belirlenmiş ve bu etki büyüklüğünün Thalheimer ve Cook (2002) tarafından oluşturulan sınıflandırmaya göre orta düzeye karşılık geldiği tespit edilmiştir. Moderatör analizlerinden elde edilen bulgular, akademik başarıya yönelik etki büyüklüğünün eğitim düzeyi ve yayın türü moderatörlerine kıyasla anlamlı düzeyde farklılaştığı, yayın türleri açısından ulusal tezler, eğitim düzeyi açısından temel eğitime yönelik araştırmaların daha yüksek etkiyi oluşturduğu belirlenmiştir. Rastgele etkiler modeline göre STEM etkinliklerinin öğrencilerin tutumlarına etkisi, 0.620 olarak hesaplanmış ve bu etki büyüklüğü değerinin orta düzeyde etki büyüklüğüne karşılık geldiği tespit edilmiştir. Alt gruplara yönelik analiz sonuçlarına göre bu etki büyüklüğünün, eğitim düzeyi moderatörlerine göre anlamlı düzeyde farklılaştığı tespit edilmiş ve ortaöğretim kademesindeki araştırmaların daha yüksek etkiye oluşturduğu belirlenmiştir. Rastgele etkiler modeline göre STEM etkinliklerinin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine etkisi 0.820 olarak hesaplanmış ve etki büyüklüğünün yüksek düzeyde olduğu belirlenmiştir. Moderatör analizleri, etki büyüklüğünün ders türü ve eğitim düzeyine göre anlamlı düzeyde farklılaştığını göstermektedir.

İleri (2019) fen eğitiminde kullanılan işbirlikli öğrenme uygulamalarının akademik başarıya etkisine yönelik yapmış olduğu meta analiz çalışmasında, İşbirlikli Öğrenme Yaklaşımının öğrencilerin akademik başarılarını ne derece etkilediğini belirlemeye çalışmıştır. Gerçekleştirdiği literatür tarama sonucunda dahil edilme ölçütlerine uygun toplam 104 çalışmaya ulaşmış ve gerçekleştirdiği meta analiz sonucunda söz konusu yaklaşımın öğrencilerin fene ilişkin akademik başarı düzeyinde pozitif yönde ve güçlü düzeyde bir etki ($d=1.048$) oluşturduğu tespit edilmiştir.

Değerli (2020), çalışmasında Türkiye’de fen eğitiminde STEM yaklaşımı ile ilgili mevcut durumu meta-analiz yöntemiyle ortaya çıkarmayı amaçlamış ve bu amaç doğrultusunda fen eğitiminde STEM yaklaşımının geleneksel yöntemlere göre öğrencilerin fene ilişkin akademik başarıları ve tutumları, bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkisini incelemek amacıyla meta analiz çalışmasını gerçekleştirmiştir. Gerçekleştirilen meta analizde belirlenmiş olan kriterlere göre seçilen araştırmalar, lisansüstü düzeyinde olup bu çalışmalar YÖK tez merkezinden elde edilmiştir. Araştırmada 2010 ile 2020 yılları arasında yayımlanmış olan toplam 147 araştırma incelenmiş ve dâhil edilme ölçütlerine göre 52 lisansüstü tez araştırma kapsamına dahil edilmiştir. Analiz sonucunda, fen eğitiminde STEM yaklaşımının akademik başarıya yönelik etki büyüklüğü değeri 1.420, bilimsel süreç becerilerine yönelik etki büyüklüğü değeri 1,457 fene ilişkin tutumlarına yönelik etki büyüklüğü değeri 0,526 olarak hesaplanmış ve bulunan değerler bilimsel süreç becerilerine ve akademik başarıya ilişkin geniş düzeyde, tutum değişkenine ilişkin orta düzeydedir. Fen eğitiminde kullanılan STEM etkinliklerinin akademik başarı ve bilimsel süreç becerilerinin gelişiminde pozitif yönde ve geniş düzeyde, fene ilişkin tutumlarına ilişkin pozitif yönde ve orta düzeyde etki oluşturduğu belirlenmiştir.

Kural (2020) fen eğitiminde kullanılan çoklu zekâ kuramı uygulamalarının fene ilişkin başarı ve tutuma etkisine yönelik yapmış olduğu meta analiz çalışmasında, çoklu zekâ kuramına dayalı öğrenmenin öğrencilerin fen akademik başarısına ve fen dersine yönelik tutumuna etkisini meta naliz yöntemiyle incelemiştir. Bu doğrultuda dahil edilme ölçütlerini karşılayan toplam 69 çalışmayla gerçekleştirdiği meta analiz sonuçlarına göre akademik başarı üzerindeki etki büyüklüğünü 1,024 (geniş düzey), tutum değişkeni üzerindeki etki

büyükliğini 1,978 (geniş düzey) olarak hesaplamış ve sonuç olarak çoklu zekâ kuramı temelinde gerçekleştirilen fen eğitiminin, öğrencilerin hem dersteki akademik başarılarını hem de tutumlarını pozitif yönde geliştirdiği bulgusuna ulaşılmıştır.

Ademoğlu (2021) çalışmasında, 2010 ile 2020 yılları arasında STEM yaklaşımının geleneksel eğitime kıyasla fene ilişkin akademik başarıya olan etkisinin araştırıldığı çalışmanın dahil edilme kriterlerine uygun 28 çalışmanın analizini gerçekleştirmiştir. Verilerin analizi, STEM eğitiminin geleneksel eğitime kıyasla akademik başarıya etkisine ilişkin genel etki büyüklüğü değerinin 1,010 olduğunu göstermektedir. İlgili değer Cohen ve arkadaşlarının (2007) sınıflandırmasına göre çok büyük etki düzeyindedir. Çalışmaya dahil edilen araştırmaların etki büyüklüğü değerlerinin; örneklem, hedef kitle, öğrenme alanı ve uygulama süresi değişkenlerine göre farklılaşma düzeylerini araştırmış ve moderatör analizleri sonucunda, ele alınan araştırmaların örneklem büyüklükleri arasında 50 ve daha fazla örneklem bulunduran araştırmaların lehine anlamlı düzeyde farklılaşma olduğu belirlenmiştir. Öğrenme alanlarına ilişkin etki büyüklüğü değerleri arasında “Fiziksel Olaylar” öğrenme alanına ilişkin etki büyüklüğü değerinin lehine anlamlı düzeyde farklılaşma olduğu ve çalışmalarda öğrencilerin sınıf seviyeleri ile uygulama sürelerine ilişkin etki büyüklüğü değerleri açısından istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklılık olmadığı ifade edilmiştir.

Kundakçı (2021), çalışmasında Fen Bilimleri dersinde STEM etkinliklerinin akademik başarı ve/veya derse yönelik tutuma etkisini araştıran çalışmaları sistematik incelemiş ve meta-analizini gerçekleştirmiştir. Fen Bilimleri dersinde STEM etkinliklerinin akademik başarıya etkisini inceleyen çalışmaların betimsel içerik analizinde; çalışmaların daha çok 2019 yılında yapıldığı ve yüksek lisans tezi olarak yayımlandığını, bu çalışmaların ağırlıklı olarak “Fiziksel Olaylar” konu alanında yürütüldüğünü, en çok yedinci sınıflarda ve en çok 0-4 haftalar arasında uygulandığını belirlemiştir. Nicel araştırma yaklaşımının, en yaygın kullanılan yaklaşım olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde Fen Bilimleri dersine yönelik tutum araştırmalarının betimsel içerik analizi; yayın türü, konu alanı ve sınıf düzeyi için aynı sonuçları ortaya koymuştur. Ancak bu çalışmalar en çok 2018 yılında yayınlanmış ve uygulama süresi 5-8 hafta olmuştur. Bu

alışmalar da ağırlıklı olarak karma araştırma yaklaşımı kullanmıştır. Dahil edilme ölçütlerine göre alınan 44 çalışma içerisinde STEM uygulamalarının fene yönelik akademik başarıya etkisi ele alan 40 çalışmanın meta-analizi sonucunda Cohen ve arkadaşlarına (2007) ai sınıflandırma doğrultusunda güçlü düzeyde anlamlı bir etki büyüklüğüne [Hedges'g (EB): 1,24, % 95 (GA): (0,87- 1,62)] sahip olduğunu bulmuştur. Sonuç olarak STEM etkinliklerinin ortaokul düzeyinde Fen Bilimleri dersinde akademik başarı ve tutum açısından olumlu yönde etkisi olduğunu belirtmiştir.

STEM uygulamalarının Fen eğitiminde akademik başarı, STEM' e yönelik tutum ve STEM mesleklerine yönelik ilgilerine olan etkiyi inceleyen çalışmaların farklı konularda yürütüldüğü ve üç değişken açısından da anlamlı sonuçlara ulaşan çok sayıda çalışma olduğu dikkat çekmektedir. Bu alışmalar, ülkemizde gerçekleştirilen STEM uygulamalarının, öğretim müfredatına uygun gerçekleştirilen eğitim durumlarına göre ne kadar etkili olduğunu fark edebilme noktasında önemlidir. STEM uygulamalarının Fen eğitiminde kullanılmasının önemli olduğu düşüncesinden hareketle ortaya konulan çok sayıda çalışmanın sonuçlarının daha genel bir çerçevede toparlanması ve etki büyüklüklerinin ortaya konulmasının gerekli olduğu düşünülmektedir.

3. YÖNTEM

Bu bölümde; araştırma benimsenen model, veri toplama süreci, kodlama, meta analiz süreci ve veri analizine ilişkin istatistiksel yöntemler bulunmaktadır.

3.1 Araştırmanın Modeli

Bu çalışmada STEM uygulamalarının fen öğretimine yönelik olası etkisini tespit edebilmek için meta analiz yöntemi kullanılmıştır. Meta analiz; belirlenen bir alana ilişkin birbirinden bağımsız olarak gerçekleştirilmiş benzer çalışmalardan elde edilen sonuçları birleştirerek yeniden yorumlayabilmek amacıyla kullanılan literatür tarama yöntemlerinden birisidir (Hunter & Schmidt, 1990). Toplumsal psikolojiye ilişkin çoğu alanda sıklıkla kullanılmaya başlanan meta analiz yöntemi, toplumsal politikalara ilişkin farkındalık oluşturabilme noktasında önemli rol üstlenmektedir (Durlak & Lipsey, 1991). Literatür taramasına ilişkin çok fazla yöntemin olmasına karşın meta analiz yönteminin mevcut diğer yöntemlere kıyasla en önemli farkı, bu yöntemin istatistiksel verilere dayandırılabilmesidir (Özcan, 2008). Meta analiz yöntemine ilişkin farklı türler bulunmasına karşın bu çalışmada “Çalışma Etkisi meta Analizi” tercih edilmiştir.

3.2 Meta-Analiz için Kullanılan Yazılımlar

Meta-analiz yöntemini uygulamak adına günümüzde çok sayıda yazılım bulunmaktadır. Bu yazılımlardan en çok kullanılanlar CMA (Comprehensive Meta Analysis), SPSS (Statistical Package for the Social Science), MS (Microsoft Office) Excel ve Meta-Win gelmektedir. Bu yazılımlardan SPSS yalnızca kişisel çalışmaların gücünü ve etki büyüklüğünü ortaya koyması ve Meta-Win ise yalnızca tek tür veri setlerini bir araya getirmesi nedeniyle çok fazla kullanılmamaktadır (Dinçer, 2014b). CMA, programlar içerisinde internet arama motorlarında en popüler analiz programıdır. CMA’da değişik biçimlerde efekt boyutları eklenebilmesi ve sayısal seçenek ve çıktıların kapsam alanının daha ayrıntılı olması diğer programlardan farklılıklarındandır (Bax, Yu, Ikeda ve Moons, 2007). Bu yazılımların dışında diğer bir yazılım ise STATA (Data Analysis and Statistical Software)’dır. Stata Corp’un 1985 yılında geliştirdiği STATA yazılımı, istatistik programıdır ve Dünya’da çok sayıda akademik ve ticari kuruluşlarca kullanılmaktadır (Doğuç, 2014). Bu meta-analiz çalışmasında; literatür araştırması sürecinde verileri kaydetmek amacıyla MS Office Excel 2016,

meta-analiz çalışmasını gerçekleştirebilmek amacıyla ise CMA programı kullanılmıştır.

3.3 Verilerin Toplanması

Araştırmada Fen eğitiminde gerçekleştirilen STEM uygulamalarının akademik başarı, STEM'e yönelik tutum ve STEM mesleklerine yönelik ilgilerine olan etkisini inceleyen çalışmalar literatür taramasıyla toplanmış, ardından daahil edilme ölçütlerine uygun olanlar belirlenmiştir. Türkiye'de yürütülen çalışmalardan makale, yüksek lisans tezi ve doktora tezleri derlenmiştir. Deney ve kontrol gruplarıyla yürütülen çalışmaların verileri alınmıştır.

Veri toplama amacıyla aşağıdaki süreçler uygulanmıştır.

1. İlgili araştırmaların elde edilmesi
2. Dahil etme ölçütleri
3. Dışarıda bırakma ölçütleri
4. Kodlama stratejisi
5. Çalışma Karakteristikleri
6. Araştırmanın Değişkenleri
7. Veri Analizi

3.3.1 İlgili çalışmaların toplanması

Araştırmada STEM Eğitime ilişkin 2010-2022 yılları arasında yayımlanmış olan deneysel veya yarı deneysel araştırmalara erişebilmek amacıyla 16.12.2020 ile 31.03.2022 tarihleri arasında yalnızca yurtiçinde gerçekleştirilen çalışmalara ulaşmak için alanyazın taraması yapılmıştır.

Bu amaç doğrultusunda internette;

- Yurtiçinde yürütülmüş olan lisansüstü tezlere erişebilmek için YÖK Ulusal Tez Arama Merkezi,
- Yurtiçinde yayımlanmış olan makalelere erişebilmek için ULAKBİM, Google Akademik, Türk Eğitim İndeksi, Dergi Park, Akademik Dizin veri tabanları kullanılarak “STEM Eğitimi”, “STEM Uygulamaları”, “FeTeMM Eğitimi”, “STEM Tutumları”, “STEM mesleklerine yönelik ilgi”, “STEM”, “FeTeMM” anahtar kelimeleri taranmıştır.

3.3.2 Dâhil Edilme Ölçütleri

Araştırmaya dahil edilecek araştırmalara ilişkin belirlenmiş olan dâhil edilme kriterleri şu şekildedir:

- Araştırmanın 2010-2022 tarih aralığında yayımlanması.
- Araştırmanın lisansüstü tez veya hakemli bilimsel dergilerde yayımlanan makale olması.
- STEM uygulamalarının öğrencilerin STEM'e yönelik tutumlarına, akademik başarılarına ve STEM alanlarına ilişkin mesleklere yönelik ilgilerini araştıran çalışmalar olması.
- Deneysel desenlerin esas alındığı çalışmalar olması.
- Deney grubunda öğretimin STEM uygulamalarıyla, kontrol grubunda ise öğretim programının önermiş olduğu öğretim yöntemleriyle gerçekleştirilmiş olması.
- Araştırmanın Türkçe veya İngilizce dillerinden herhangi birinde yazılmış olması.
- Araştırmanın örnekleminin ortaokul öğrencilerinden oluşması.
- Etki büyüklüğünü hesaplayabilmek için kontrol ve deney gruplarına ilişkin örneklem büyüklüğü, standart sapma ve aritmetik ortalama verilerini barındıran çalışmaların olması.

3.3.3 Hariç Tutulma Ölçütleri

Çalışmaya dahil edilmeyecek çalışmalar için belirlenmiş olan hariç tutma kriterleri şu şekildedir:

- 2010 yılı öncesi veya 2022 yılı nisan ayı sonrasında yayımlanmış olan çalışmalar,
- Türkçe veya İngilizce dilleri dışında herhangi bir dilde yazılmış olan araştırmalar,
- Hakemli bilimsel dergiler haricindeki dergilerde yayımlanmış olan veya bilimsel toplantılarda sunulmuş olan çalışmalar,
- STEM uygulamalarının STEM'e yönelik tutum, akademik başarı ve STEM alanlarına ilişkin mesleklere yönelik ilgilere etkisi dışında farklı değişkenler üzerindeki olası etkilerinin incelendiği çalışmalar,
- Deney grubunda aktif öğrenmenin STEM uygulamaları haricinde başka yöntem ve tekniklerle gerçekleştirildiği çalışmalar,
- Deneysel desenler üzerine yapılandırılmamış olan, ön test yapılmamış olan veya kontrol grubu olmayan çalışmalar,
- Kontrol grubuna öğretim müfredatına uygun olmayan farklı yöntem ve tekniklerin uygulandığı çalışmalar,

- Ortaokul dışındaki eğitim kademelerinde bulunan öğrenciler ve yetişkin eğitime yönelik yapılmış olan çalışmalar,
- Etki büyüklüğü değerinin belirlenmesi için gerekli olan istatistiki verileri içermeyen çalışmalar, bu araştırmaya dâhil edilmemiştir.

3.3.4. Veri tablosu Oluşturma ve Kodlama Güvenirliği:

Çalışmaların özelliklerini açığa çıkarabilmek için tanımlayıcı bilgiler sistematik şekilde toplanarak kodlamalar çerçevesinde sayısal verilere dönüştürülmelidir. Çünkü kodlama yöntemine yönelik standart bir metot olmamakla birlikte, çalışmadaki kategorik verileri kapsayacak, araştırmalar arasında farklılaşan ifadeleri temsil edebilecek kodlama sistemi oluşturulmalıdır. Bu araştırmada, meta-analiz kapsamına alınan tüm çalışmaların verilerinin kategorik değişkenlere uyarlanabilmesi için araştırmalara ilişkin gerekli görülen kapsama uygun kodlama modeli oluşturulmuştur. Oluşturulan kodlama formuna çalışmalarla ilgili gerekli bölümler doldurulduktan sonra analize dahil edilecek çalışmalar belirlenir.

Uygun olan çalışmalar belirlendikten ve gerekli incelemeler yapıldıktan sonra çalışmalara uygun veri tablosu oluşturmak gerekmektedir. Veri tablosu kapsama giren çalışmalara ilişkin bilgilerin yer aldığı ve ayrıca ilgili çalışmalarda sunulan nicel verilerin kodlandığı tablodur. Bu tablodan yararlanılarak kapsama giren çalışmaların karakteristikleri belirlenir ve istatistiksel verilerden faydalanılarak etki büyüklüğü hesaplamaları yapılır. Veri tablosu oluştururken mutlaka çalışma özellikleri (yıl/yazar/türvb.) yanında çalışmalara katılan katılımcıların özellikleri (cinsiyet, öğrenim durumu, yaş vb.) ya da çalışmalara özgü başka özelliklerde eklenmelidir. (Şen, Yıldırım, 2020)

Hazırlanan veri tablosunda öntest ve sontest uygulamalarına ilişkin nicel verilerin yanı sıra birincil çalışmaların yayın türü, sınıf düzeyi, örneklem sayısı ve başka verilerde toplanabilir. Bu veriler hem birincil çalışmaların karakteristiğinin tanımlanmasında hem de ileride bahsedilecek olan alt grup/moderatör analizlerinde de kullanılabilir. Kodlayıcılar arası güvenirliliği genel olarak uyum katsayısı, sürekli verilerde korelasyon katsayısı, iki kodlayıcı arası uyum durumu incelenirken Cohen Kappa katsayısı, üç veya daha fazla kodlayıcı arası uyum incelenirken Fleiss Kappa katsayısı kullanılarak incelenmektedir. Uyum değeri, tam uyum olan çalışma sayısı, toplam çalışma sayısına bölünerek elde

edilir. Bu çalışmada belirli tarihler arasında iki kodlayıcı birincil çalışmaları inceleyerek kodlama formunu tamamlamıştır. Hesaplanan uyum katsayısı, kodlayıcılar arasında fikir birliği olduğunu göstermiştir.

3.3.5 Çalışma Karakteristikleri:

Çalışma karakteristikleri, araştırmayı yürüten kişi veya kişiler tarafından araştırmayı etkileyebileceği öngörülen ve olası etkinin büyüklüğünü tespit edebilmek amacıyla kullanılmasına karar verilen meta-analiz çalışmasında yer alan bağımsız değişkenlerdir. Çalışma karakteristikleri, etki büyüklüğüyle ilişkili etmenlerdir (Öner-Armağan, 2011; Rosenthal, 1991, s. 36). Bu araştırmada kullanılmış olan çalışma karakteristikleri şu şekildedir:

- Araştırmanın adı,
- Araştırmanın yayın türü,
- Araştırmanın yayımlanmış olduğu yıl,
- Sınıf seviyesi,
- Çalışmanın uygulama süresi,
- Çalışmanın deseni,
- Çalışmadaki toplam örneklem sayısı,
- Deney ve Kontrol Grubu Fark puanı karşılaştırma.

Bu karakteristiklerin yer aldığı örnek bir kodlama formu Ek-1 'de sunulmuştur. Bu çalışma karakteristiklerinden yayın türü, sınıf düzeyi ve örneklem sayısı değişkenleri moderatör analizine dahil edilmiştir.

3.3.6 Meta-Analize Dahil Edilmeyen Çalışmalar ile İlgili Veriler

Veri tabanlarında yapılan araştırma kapsamında önceden belirlenen dahil edilme kriterlerine uygun olan çalışmalar bu meta-analiz çalışmasına dahil edilmiş olup, dahil edilme kriterlerine uygun olmayan çalışmalar ise bu meta-analiz çalışmasından hariç tutulmuştur. Dahil edilmeyen çalışmalar ile ilgili veriler ve örnekler şu şekildedir:

- Dahil edilme kriterine uygun olan çalışmanın farklı yayın türlerinde (örneğin hem tez çalışması hem de makale çalışması) tekrar etmesi durumunda çalışmalardan yalnızca tez çalışması dahil edilmiş diğer çalışmalar (Dedetürk ve diğerleri, 2019; Gökçe ve diğerleri, 2019; Yıldırım ve Selvi, 2017),

- Dahil edilme kriterlerine uygun olmasına rağmen veri eksikliği bulunan çalışmalar (Balçın, Ergün, 2019; Şimşek, 2019; Dalli, 2019; Gülen, 2016; Öztürk ve Durmuş, 2020),
- 1 mart 2022 tarihinden sonra yayınlanan araştırmalar dahil edilmemiştir.

3.3.7 Bağımlı ve Bağımsız Değişkenler:

Gerçekleştirilen deneysel çalışmalarda veri toplamak amacıyla uygulanmış olan testlerden elde edilen verilerden hareketle hesaplanan etki büyüklükleri ilgili araştırmanın bağımlı değişkeni; çalışmanın karakteristikleri arasında bulunan yayın türü, sınıf düzeyi ve örneklem büyüklüğü ise araştırmanın bağımsız değişkenleri olarak belirlenmiştir.

3.3.8 Çalışmaların Kodlanması

Çalışmaların toplanması sonrasında, dahil edilme ölçütlerine uygun araştırmaların, meta analiz çalışmaları arasındaki kıyaslamalarda kullanılabilmesi amacıyla araştırmaların özelliklerini kategorik veya sürekli değişkenler haline getirebilecek sürekli bir kodlama yöntemi geliştirilmeli ve analizi yapılan çalışmalar ile olabildiğince kapsamlı ve açık kodlama formu oluşturulmalıdır. Bu çalışmada kullanılmış olan kodlama formu üç kısımdan meydana gelmektedir. Birinci bölüm “çalışma numarası”dır. Bu bölüm çalışmanın numarasını tespit etmek amacıyla çalışmanın adı, yazarının adı, çalışmanın yapıldığı yıl, yayın türü gibi bilgileri içermektedir. İkinci bölüm “çalışma alanı”dır ve bu bölümde STEM yaklaşımının uygulandığı öğrenim düzeyi, araştırmayı yapan kişi, araştırmada kullanılan ölçeği hazırlayan kişi gibi bilgilerine yer verilir. Üçüncü bölüm “çalışmanın verileri”dir ve bu bölümde deney ve kontrol gruplarından elde edilen örneklem büyüklüğü, ortalamaları ve standart sapma değerleri hakkında bilgiler yer almaktadır. Çalışmalardaki veriler kodlama formuna uygun olarak işlenmiştir. Bu çalışmada, amacı karşılayacak şekilde hazırlanmış olan kodlama formu Ek-1’de verilmiştir. Kodlama formundan yararlanarak elde edilen bilgilere göre meta analize dahil edilecek olan çalışmalar belirlenmiş ve Ek-2 de sunulmuştur.

3.4 Verilerin Analizi

Çalışmanın analizi gerçekleştirilirken öncelikle betimsel istatistikler yapılmış olup rapor edilmiştir. Ardından meta analiz yöntemi kullanılarak veriler analiz edilmiş ve 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 kullanılmakla birlikte, amacı deneysel çalışmalarda deney ve kontrol grupların puan ortalamaları arasında oluşan farklılığı göstermektedir (Hunter ve Schmidt, 1990).

İşlem etkisi meta analizi, “d” ve “g” sembolleriyle gösterilen standardize edilmiş etki büyüklüğünü kullanır ve bu etki büyüklüğü kontrol ve deney grubu ortalama puanları arasında oluşan fark değerinin toplam standart sapmaya bölünmesiyle elde edilir. Verilerin analizinde Comprehensive Meta Analysis (CMA) programı kullanılmıştır. CMA programı ile standart sapma, ortalama ve örneklem büyüklüklerinin veri olarak girildiği format seçilerek analizler gerçekleştirilmiş olup, analizlerin anlamlılık seviyesi 0,05 olarak belirlenmiştir. Öncelikle meta analize dahil edilme ölçütlerine uyan bireysel çalışmaların etki büyüklükleri hesaplanmıştır. Örneklem büyüklüğü 30’dan fazla olan çalışma sayısının fazlalığı sebebiyle etki büyüklüklerinin hesaplanmasında hedges’s g katsayısı tercih edilmiştir. Daha sonra uygulanacak modeli belirlemek üzere heterojenlik testi yapılmıştır. Hem p değerinin anlamlı olması hem de Q değerinin χ^2 kritik tablo karşılaştırmasında df değerinin denk geldiği aralıkta daha büyük olması sonucunda çalışmanın heterojen olduğu sonucuna varılarak heterojen çalışmalarda kullanılan rastgele etkiler modeli seçilerek genel etki büyüklüğü saptanmıştır. Yapılan bu işlemlerden sonra analiz büyük ölçüde tamamlanmıştır. Bir sonraki işlem gerekli grafik ve tabloların hazırlanması sürecidir.

Meta analiz yönteminde yayın yanlılığı testi farklı istatistikî yöntemler ile gerçekleştirilmektedir. Yayın yanlılığında ilk olarak huni grafiği değerlendirilmesi yapılır ve 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 ve buna ayrıca hata koruma sayısı da denilmektedir. (Dinçer, 2021).

4. BULGULAR

Bu bölümde literatür taraması sonucunda çalışmaya dahil edilmiş olan araştırmalara ait betimsel istatistikler ve meta analiz yöntemi ile elde edilen bireysel ve birleştirilmiş etki büyüklüklerine ilişkin bulgular yer almaktadır.

Yapılan meta analiz çalışmasındaki temel amaç, fen eğitiminde STEM uygulamalarının öğrencilerin STEM'e yönelik tutum, akademik başarıları ve STEM alanlarına ilişkin mesleklere yönelik ilgilerine olan 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 2010-2022 yılları arasında fen eğitiminde STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarına, STEM tutumlarına ve STEM mesleklerine yönelik ilgilerine olan etkilerini inceleyen 318 çalışmaya ulaşılmıştır. 74 çalışma yeterli istatistiki veri içerdiğinden ve dahil edilme ölçütlerine uyduğundan araştırma kapsamına alınmıştır. Çalışmaların bazıları akademik başarı, STEM Tutum ve STEM mesleklerine yönelik ilgi değişkenlerinin ikisi ya da üçünü birden içerdiğinden 74 çalışmadan toplam 86 veri elde edilmiştir.

Tablo 4. 1. Konu İle İlgili Olarak Ulaşılan Tüm Çalışmaların Dağılımı

Yayın türü	Ulaşılan çalışma sayısı	Meta Analize dahil edilen Çalışma sayısı			Hariç tutulan Çalışma sayısı			Dahil edilen çalışma oranları
		<i>Akademik başarı</i>	<i>Stem tutum</i>	<i>Stem Mesleklerine Yönelik ilgi</i>	<i>Akademik başarı</i>	<i>Stem tutum</i>	<i>Stem Mesleklerine Yönelik ilgi</i>	
Yüksek Lisans Tezi	187	38	19	4	93	22	9	%32,62
Doktora Tezi	20	7	3	4	6	3	-	%70
Makale	109	9	4	-	96	10	3	%11,92
Toplam	318	54	24	8	196	35	12	%27,04

Tablodaki verilere göre ulaşılan çalışmaların toplamda 318'inin sadece %27,04' ü dahil edilme kriterlerine uyduğu için analize dahil edilmiştir. Çalışmaların %72,96' sı deneysel ya da yarı deneysel olmaması, sınıf düzeyi olarak 5.,6.,7. ve 8. sınıf olmaması ve uygun verileri içermemesi nedeniyle elenmiştir.

4.1.1. Akademik Başarı Değişkenine İlişkin Betimleyici İstatistikler

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

Tablo 4. 2. Akademik Başarı Değişkenine Ait Çalışmaların Frekansları

Yayın Türü	Frekans(f)	Yüzde(%)
Y.Lisans tezi	38	70,37
Doktora Tezi	7	12,96
Makale	9	16,66
Toplam	54	100

Meta analiz çalışmasına akademik başarı değişkeni kapsamında 38 (%70,37) yüksek lisans tez çalışması, 7 (%12,96) doktora çalışması ve 9 makale (%16,66) dahil edilmiştir.

Tablo 4. 3. Akademik Başarı Değişkenine İlişkin Araştırmaların Yıllara Göre Dağılımı

Yayın Yılı	Frekans	Yüzde
2010	0	0
2011	0	0
2012	0	0
2013	0	0
2014	2	3,70
2015	0	0
2016	1	1,85
2017	3	7,40
2018	10	18,51
2019	25	44,44
2020	10	18,51
2021	3	5,55
Toplam	54	100

Tablo 4. 3'e bakıldığında akademik başarı değişkeni kapsamında meta analiz çalışmasına dahil edilen tez çalışmalarının 24 (% 44,44) tez çalışması ile en çok 2019 yılında; en az ise 1 (%1,85) tez çalışması ile en az 2016 yılında yapıldığı görülmektedir.

Tablo 4. 4. Akademik Başarı Değişkenine Ait Çalışmaların Sınıf Seviyelerine Göre Dağılımı

Sınıf Düzeyi	Frekans(f)	Yüzde(%)
3. Sınıf	10	18,51
4. Sınıf	10	18,51
5. Sınıf	22	40,74
6. Sınıf	12	22,22
Toplam	54	100

Akademik başarı değişkeni kapsamında meta analize dahil edilen 54 çalışmanın 22'sinin (%40,74) 7. sınıf öğrencileri ile yapılan çalışmalar olduğu göze çarpmaktadır. En az çalışmanın ise %18,51 oranı ile 5. ve 6. Sınıflarda olduğu görülmektedir.

Tablo 4. 5. Akademik Başarı Değişkenine Ait Çalışmaların Örneklem Sayılarının Dağılımı

Örneklem Sayısı	Frekans(f)	Yüzde(%)
$1 < N \leq 30$	9	16,66
$30 < N$	45	83,33
Toplam	54	100

Araştırmada yer alan STEM uygulamalarının öğrencilerin fene ilişkin akademik başarılarına etkilerini inceleyen 54 çalışmanın (deney ve kontrol grubunun örneklem sayıları toplamı) örneklem sayısı toplamı 2624'tür. Örneklem sayısının 30 kişiye kadar olduğu çalışmalar %16,66 ile 9 çalışmadan oluşurken; örneklem sayısının 30'den fazla olduğu çalışma sayısı ise 45 (%83,33) olarak tespit edilmiştir.

4.1.2. STEM Tutum Değişkenine İlişkin Betimleyici İstatistikler

STEM uygulamalarının öğrencilerin STEM tutumları üzerindeki etkisi ile ilgili çalışmalara ilişkin betimleyici istatistikler tablolar halinde verilmiştir.

Tablo 4. 6. STEM Tutum Değişkenine Ait Çalışmaların Yayın Türlerine Göre Dağılımı

Yayın Türü	Frekans(f)	Yüzde(%)
Y.Lisans tezi	19	79,16
Doktora Tezi	3	12,5
Makale	2	8,33
Toplam	24	100

Meta analiz çalışmasına STEM Tutum değişkeni kapsamında dahil edilen 19 (%79,16) yüksek lisans tez çalışması, 3 (%12,5) doktora tezi çalışması ve 2 adet (%8,33) makale bulunmaktadır.

Tablo 4. 7. STEM'e ilişkin Tutuma Ait Araştırmaların Yıllara Göre Dağılımı

Yayın Yılı	Frekans	Yüzde
2010	0	0
2011	0	0
2012	0	0
2013	0	0
2014	0	0
2015	0	0
2016	2	8,33
2017	3	12,5
2018	2	8,33
2019	12	50
2020	3	12,5
2021	1	4,16
2022	1	4,16
Toplam	24	100

STEM Tutum değişkeni kapsamında meta analiz çalışmasına dahil edilen çalışmaların 12 (%50) alışma ile en çok 2019 yılında; en az ise 1 (%4,16) alışma ile 2021 ve 2022 yılında yapıldığı gözlemlenmektedir. 2010 -2015 yılları arasında ise STEM Tutumunu belirlemeye yönelik çalışmanın yapılmadığı görölmektedir.

Tablo 4. 8. STEM Tutum Değişkenine Ait alışmaların Sınıf Seviyelerine Göre Dağılımı

Sınıf Düzeyi	Frekans(f)	Yüzde(%)
5.sınıf	5	20,83
6.sınıf	2	8,33
7.sınıf	14	58,33
8.sınıf	3	12,5
Toplam	24	100

STEM Tutum değişkeni kapsamında meta analize dahil edilen 24 çalışmanın 14'ünün (%58,33) 7. sınıf öğrencileri ile yapılan çalışmalar olduğu göze çarpmaktadır. En az çalışmanın ise 2 çalışma (%8,33) ile 6.sınıf düzeyinde yapıldığı görölmektedir.

4.1.3. STEM Mesleklerine Yönelik İlgileri Değişkenine İlişkin Betimsel İstatistikler

STEM yaklaşımının öğrencilerin STEM mesleklerine yönelik ilgilerine olan etkisi ile ilgili çalışmalara ilişkin betimleyici istatistikler tablolar halinde verilmiştir.

Tablo 4. 9. STEM Mesleklerine Yönelik İlgileri Değişkenine Ait alışmaların Frekansları

Yayın Türü	Frekans(f)	Yüzde(%)
Y.Lisans tezi	4	50
Doktora Tezi	4	50
Makale	0	0
Toplam	8	100

Meta analiz araştırmasına STEM mesleklerine yönelik ilgileri değişkeni kapsamında dahil edilen 4 (%50) yüksek lisans tez çalışması, 4 (%50) doktora çalışması bulunmaktadır. Konuyla ilgili makale çalışmasının olmadığı görülmektedir.

Tablo 4. 10. STEM Mesleklerine Yönelik İlgileri Değişkenine Ait Çalışmaların Yıllara Göre Dağılımı

Yayın Yılı	Frekans	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	1	12,5
2019	1	12,5
2020	1	12,5
2021	4	50
2022	1	12,5
Toplam	8	100

STEM mesleklerine yönelik ilgilerine olan etkisini araştıran ve meta analiz kapsamına giren çalışmaların, 4 (%50) çalışma ile en çok 2021 yılında; en az ise 1 (%10) tez çalışması ile 2018, 2019, 2020 ve 2021 yıllarında yapıldığı gözlemlenmektedir. Çalışma sayılarına bakıldığında öğrencilerin STEM mesleklerine yönelik ilgilerine olan etkinin araştırıldığı çalışmaların sayısının azlığı dikkat çekmektedir.

Tablo 4. 11. STEM Mesleklerine Yönelik İlgileri Değişkenine Ait Çalışmaların Sınıf Seviyelerine Göre Dağılımı

Sınıf Düzeyi	Frekans(f)	Yüzde(%)
5.sınıf	1	%12,5
6.sınıf	1	%12,5
7.sınıf	4	%50
8.sınıf	2	%25
Toplam	8	100

STEM mesleklerine yönelik ilgilerine olan etkiyi inceleyen çalışmalardan meta analize dahil edilen 8 tez çalışmasının 4'ünün (%50) 7. sınıf öğrencileri ile yapılan çalışmalar olduğu göze çarpmaktadır. En az çalışma ise %12,50 oranı ile 5. ve 6.sınıflarla yürütülen çalışmalar olduğu görülmektedir.

4.2. Etki Büyüklüklerine İlişkin Bulgular

Bu bölümde araştırma kapsamına alınan çalışmalardan elde edilen verilerin (örneklem sayısı, standart sapma ve aritmetik ortalama) CMA paket programı ile bireysel ve genel etki büyüklükleri hesaplanarak; araştırma örneklemindeki çalışmaların yayın yanlılıkları belirlenmiştir.

4.2.1 Akademik Başarı Değişkenine Ait Etki Büyüklüklerine İlişkin Bulgular

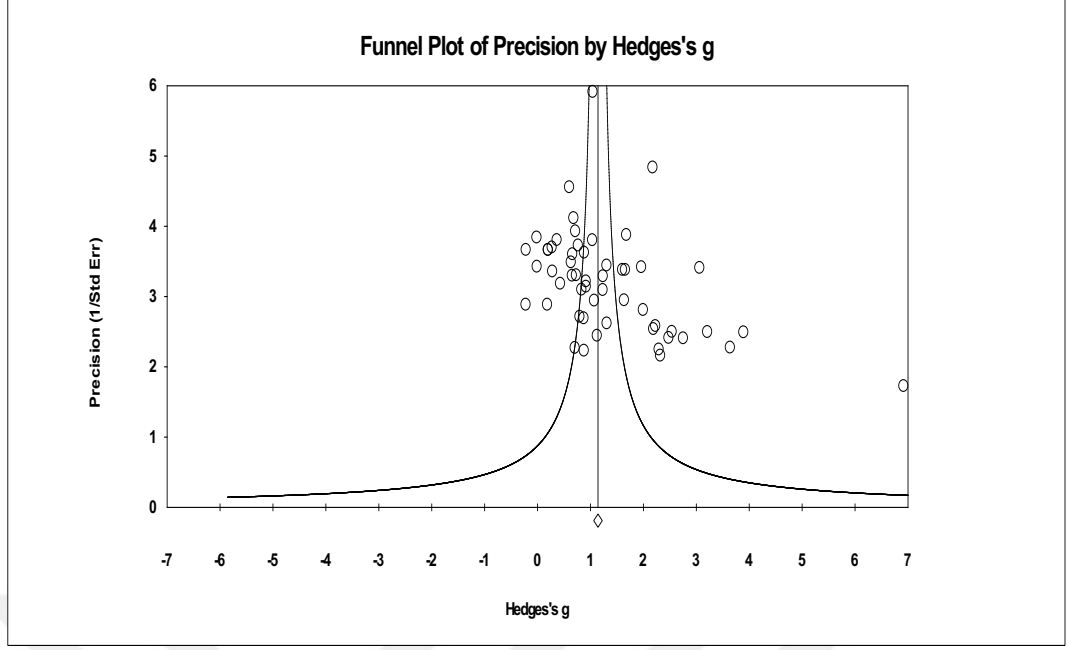
STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarı düzeylerine etkisine ilişkin yapılan ve meta analiz çalışmasında dahil edilme kriterlerine uyan 54 çalışmadan elde edilen verinin bireysel ve genel etki büyüklükleri hesaplanmıştır ve sonuçlar Tablo 4. 12'de ki gibidir.

Tablo 4. 12. Akademik Başarı Değişkeninin %95 Güven Aralığında Bireysel Etki Büyüklüğüne İlişkin Bulgular

No	Çalışma Adı	Hedges's g	Alt Limit	Üst Limiti	p
1.	ERCAN,2014	1,672	1,090	2,254	0,000
2.	CEYLAN, 2014	0,898	0,355	1,440	0,001
3.	YILDIRIM, 2016	0,215	-0,322	0,752	0,432
4.	AKDAĞ, 2017	3,655	2,788	4,522	0,000
5.	SARICAN, 2017	0,669	0,072	1,266	0,028
6.	PARLAKAY, 2017	0,732	0,231	1,233	0,004
7.	GAZİBEYOĞLU, 2018	-0,202	-0,739	0,334	0,460
8.	DOĞANAY, 2018	2,206	1,426	2,982	0,000
9.	KOCA, 2018	1,326	0,573	2,079	0,001
10.	ÇALIŞICI, 2018	0,930	0,318	1,542	0,003
11.	DEDETÜRK, 2018	2,192	1,786	2,598	0,000
12.	NAĞAÇ, 2018	0,298	-0,288	0,884	0,319
13.	KARCI, 2018	0,649	0,085	1,213	0,024
14.	HİĞDE, 2018	2,768	1,949	3,587	0,000
15.	FIRAT, KÜPELİ, MISIR, İNCE, 2018	0,782	0,254	1,310	0,004
16.	BENZER, SELVİ, GÜVEN, 2018	0,889	0,157	1,621	0,017
17.	GÖKÇE, 2019	1,730	0,930	2,53	0,000
18.	NECCAR,2019	1,088	0,419	1,756	0,001
19.	ÇİMENTEPE,2019	1,652	0,984	2,320	0,000
20.	ÖZLEN,2019	0,004	-0,570	0,578	0,989
21.	KAYABAŞ,2019	0,932	0,305	1,559	0,004
22.	BAHŞİ,2019	0,202	-0,481	0,884	0,563
23.	KAPAN,2019	3,078	2,500	3,655	0,000
24.	ÇETİN, 2019	4,981	3,732	6,230	0,000
25.	BOZKURT,2019	1,323	0,751	1,884	0,000
26.	ŞEN,2019	0,813	0,087	1,539	0,028
27.	YÜKSEL,2019	2,011	1,310	2,712	0,000
28.	BUYRUK,2019	0,288	-0,244	0,820	0,289
29.	DOĞAN,2019	0,616	0,185	1,048	0,005
30.	TAŞÇI,2019	3,226	2,436	4,015	0,000
31.	KURTULUŞ,2019	0,000	-0,512	0,513	0,000
32.	IRAK,2019	0,382	-0,135	0,899	0,147
33.	BÜYÜKBASTIRMACI,2019	6,933	5,789	8,078	0,000
34.	KURT,2019	1,141	0,334	1,947	0,006
35.	AKKAYA,2019	2,495	1,678	3,312	0,000
36.	SOYSAL,2019	3,910	3,119	4,701	0,000
37.	KÖROĞLU,2019	1,978	1,402	2,553	0,000
38.	GÜNDOĞDU,2019	1,619	1,037	2,201	0,000

39.	OZAN,2019	0,721	-0,147	1,590	0,104
40.	KAYA,KIRMIZIGÜL,DEDETÜRK,2019	1,060	0,727	1,392	0,000
41.	OZAN,ÇAKIR, 2019	0,675	0,130	1,221	0,015
42.	DOĞAN,2020	1,205	0,613	1,886	0,000
43.	GÜVEN,2020	0,445	-0,173	1,064	0,158
44.	İZGİ,2020	1,253	0,655	1,852	0,000
45.	GÜLSEVEN, 2020	1,053	0,535	1,570	0,000
46.	VAROL, 2020	2,244	1,481	3,007	0,000
47.	ÖZASLAN,2020	0,698	0,220	1,176	0,004
48.	FIRAT, BAHŞİ, 2020	-0,206	-0,889	0,477	0,554
49.	TAŞCI, ŞAHİN,2020	2,309	1,432	3,186	0,000
50.	OZAN,SAĞIR,2020	0,895	0,010	1,779	0,047
51.	GÖK,GÜLEN,AYAZ,2020	2,557	1,768	3,345	0,000
52.	TURGUTALP,2021	0,849	0,214	1,484	0,009
53.	ÇİMEN,2021	2,336	1,423	3,249	0,000
54.	TOPRAK,2021	0,745	0,150	1,341	0,014

Tablo 4. 12.'de görüldüğü üzere toplam 54 adet çalışmadan elde edilen verilerin bireysel etki büyüklüğü, alt-üst limitleri ve p değerleri hesaplanmıştır. Karşılaştırmadaki hedges's g değerleri incelendiğinde Gazibeyoğlu ve Fırat, Bahşi'nin 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 -0,889; en yüksek üst limit ise 4,701 olarak hesaplanmıştır. 28 çalışmanın etki büyüklüğü değerleri Cohen ve diğ.'nin (2007) kriterlerine göre değerlendirildiğinde güçlü düzeyde anlamlı bir etki büyüklüğüne sahip olduğu bulunmuştur.



Şekil 4. 1. Akademik Başarı Değişkeni Hedges's g Değerine Uygun Olarak Etki Büyüklüklerinin Dağılımına Yönelik Oluşturulan Huni Grafiği

Genel etki büyüklüğü hesaplaması yapılmadan önce çalışmaların bireysel etki büyüklükleri hesaplanır çünkü kullanılacak olan modelin seçimi bu basamakta tespit edilmektedir. Bu bağlamda Şekil 4.1.'deki bireysel etki büyüklüğü huni grafiğinin yorumlanması gerekmektedir ve huni grafiği incelendiğinde bireysel çalışmalar daire, genel etki düzeyi ise elmas şeklinde gösterilmektedir. Grafikte bireysel çalışmaların eğim çizgileri arasında olması beklenmektedir. Ancak bazı çalışmaların eğim çizgilerinin dışında olduğu görülmektedir ve bireysel çalışmaların bazılarının eğim çizgisi dışında yer alması, çalışmanın heterojen bir yapıda olduğu anlamına gelmektedir. Ancak bu yorum tek başına yeterli değildir ve heterojenlik durumunu objektif bir şekilde yorumlayabilmek için Q ve p değerlerine bakmak gerekmektedir (Şen, Yıldırım, 2020).

Tablo 4. 13. Akademik Başarı Değişkenine Ait Heterojenlik Bulguları

<i>Heterogeneity</i>				<i>Tau-squared</i>			
Q-value	df (Q)	P-value	I-squared	Tau Squared	Standard Error	Variance	Tau
530,352	53	0,000	90,007	0,849	0,200	0,040	0,819

Tablo 4. 13 incelendiğinde yapılan heterojenlik testi neticesinde Q değeri 530,352 olarak hesaplanmıştır. Bu değer χ^2 tablosunda 53 serbestlik derecesinin %95 anlamlılık düzeyinde kritik değerinin 67,505-79,082 arasında olduğu tespit edilmiştir ve bu Q değerinin χ^2 tablosundaki kritik değer aralığından (df=53 için $\chi^2=67,505-79,082$) yüksek olması meta analiz kapsamına alınan çalışmaların heterojen bir yapıda olduğunu göstermektedir. Heterojenlik testi neticesinde çıkan sonuç anlamlı ise rastgele etkiler modelinin kullanılması gerekmektedir.

Akademik Başarı değişkenine ilişkin meta analiz kapsamına alınan çalışmaların sabit ve rastgele etkiler modellerine ilişkin genel etki büyüklükleri Tablo 4. 14'te verilmiştir.

Tablo 4. 14. Akademik Başarı Değişkenine Ait Genel Etki Büyüklükleri

<i>Model</i>	<i>N</i>	<i>Standart Hata</i>	<i>Hedges's g</i>	<i>%95 Güven aralığı</i>	<i>Z-değeri</i>	<i>p-değeri</i>	
				<i>Alt Limit</i>	<i>Üst Limit</i>		
Sabit(Fixed)	54	0,042	1,142	1,060	1,224	27,397	0,000
Rastgele (Random)	54	0,133	1,330	1,069	1,592	9,972	0,000

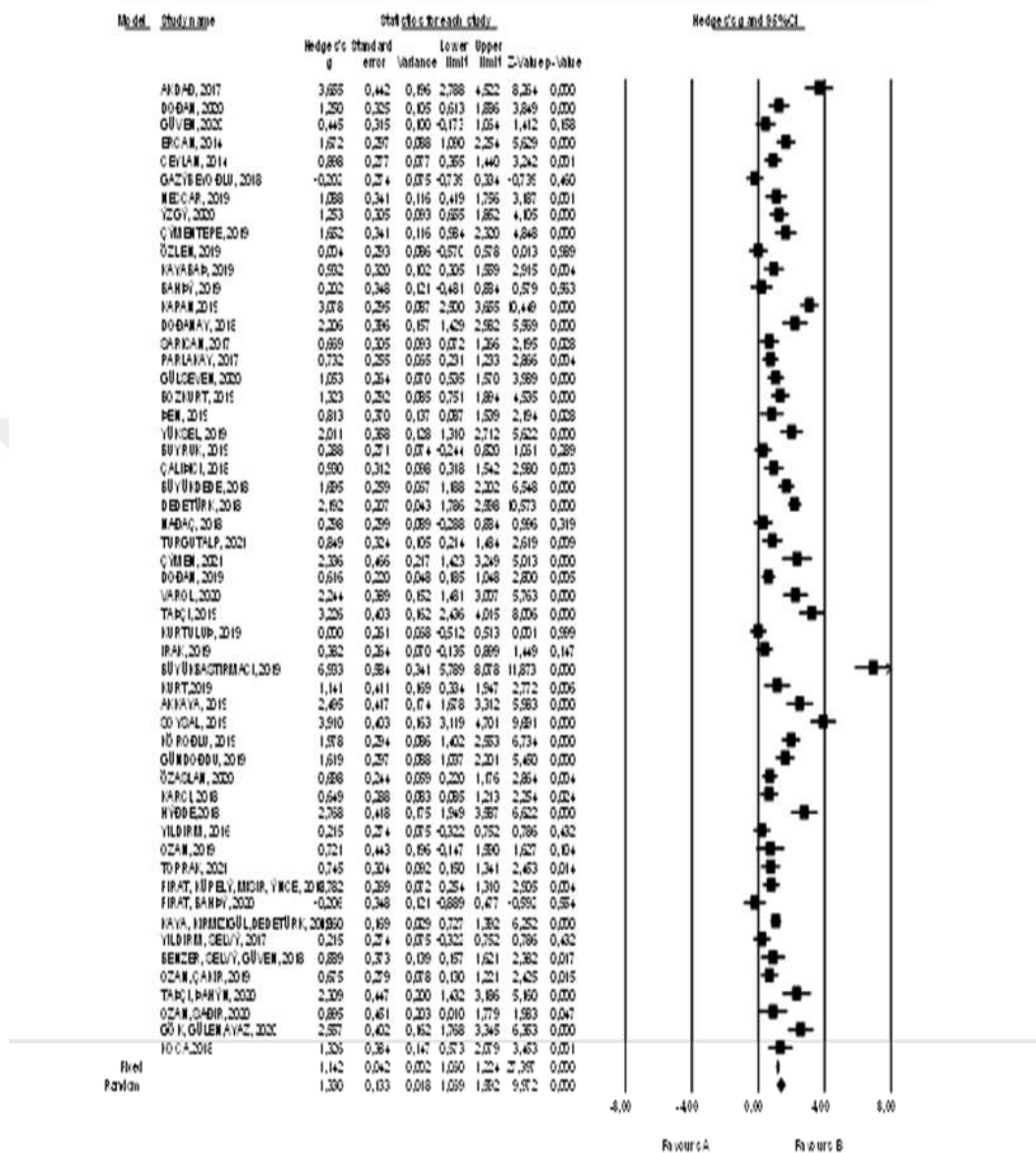
Genel etki büyüklüğü öncelikle sabit etkiler modeline göre hesaplanmış ve 0,042 standart hata ile 1,142 olarak ölçülmüştür. Meta analiz kapsamına alınan

Çalışmalardan elde edilen heterojenlik testi neticesinde genel etki büyüklüğünün hesaplanmasında kullanılacak olan model rastgele etkiler modeli olarak belirlenmiştir.

Rastgele etkiler modeline ilişkin yapılan analizler neticesinde ise 0,133 standart hata ile genel etki büyüklüğü değeri 1,330 bulunmuştur ve etki büyüklüğü değerinin %95 güven aralığında 1,069 alt ve 1,592 üst limite sahip olduğu görülmektedir. Genel etki büyüklüğünün pozitif değere sahip olması bu etkinin STEM uygulamaları ile gerçekleştirilen fen eğitiminin deney gruplarının lehine olduğunu göstermektedir. Ayrıca 9,972 olarak hesaplanan z değerinin, $p=0,000$ ile istatistiki anlamda anlamlı olduğu tespit edilmiştir. P değerinin 0,05 değerinden daha düşük değerde olması, gruplar arasında anlamlı bir farklılık olduğu için elde edilen bulgulara göre de fen eğitiminde STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarısını yükseltmesi yönünde olumlu ve geniş düzeyde bir etkiye sahip olduğu yorumu yapılabilir.

Akademik başarıya ilişkin çalışmaların Hedges's g etki büyüklüklerinin dağılımını gösteren orman grafiğı Şekil 4. 2 'de gösterilmiştir.

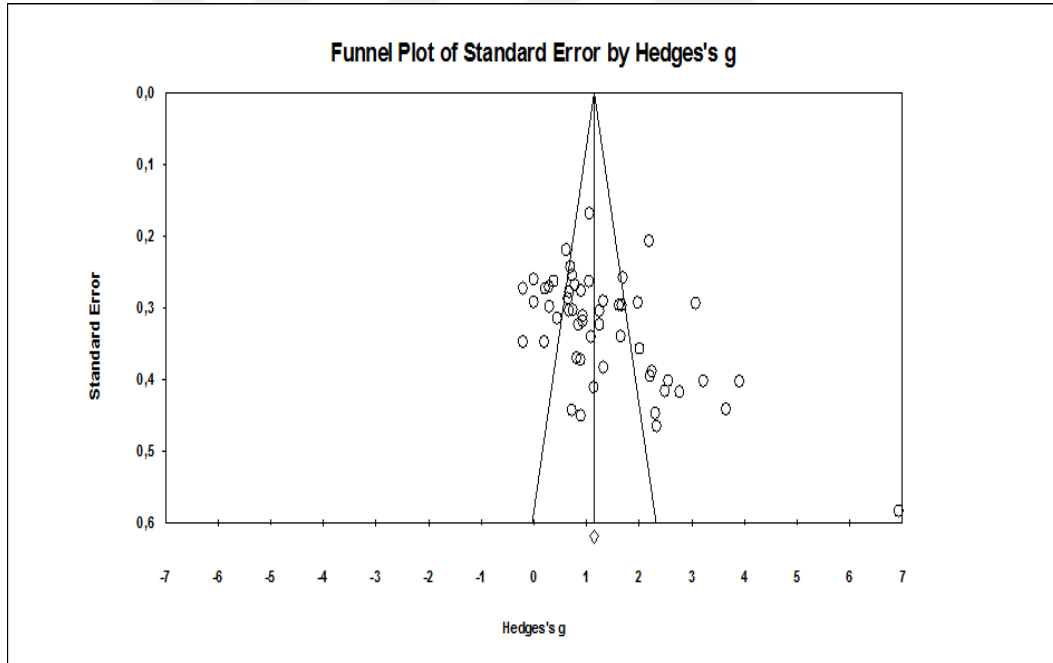
Meta Analysis



Meta Analysis

Şekil 4. 2. Akademik Başarıyı İnceleyen Çalışmaların Orman Grafiği

Şekil 4. 2' de bulunan orman grafiğinde içi dolu kareler olarak temsil edilen kısımlar bireysel etki büyüklüklerini ifade etmektedir. Bu karelerin büyüklükleri örneklem sayıları ile doğru orantılıdır ve karelerin içerisinde geçen yatay çizgiler çalışma aralıklarını ifade etmektedir. Orman grafiğinin skalası etki büyüklüğüne göre değiştirilebilir ve genel olarak etki büyüklükleri değeri 0-4 arasında yoğunlaşmış olsa da, bir çalışmanın etki büyüklüğü 6,933 olarak hesaplandığı için bütün tabloyu gözler önüne sermek amacıyla skala geniş tutulmuştur (-8,+8). Orman grafiğinde genel etki büyüklüğünü ifade eden eşkenar dörtgenin pozitif ve 1'den büyük bir değer olduğu görülmektedir. Bu da STEM uygulamalarının akademik başarı üzerindeki etkisinin geniş olduğunu göstermektedir.



Şekil 4. 3. Akademik Başarıyı İnceleyen Çalışmaların Funnel Diyagramı (Yayın Yanlılığı Grafiği)

Yayın yanlılığı grafiği incelendiğinde etki büyüklüklerinin yatay eksen, örneklem büyüklüğü ya da standart hata gibi değerlerin ise dikey eksen olduğu

görülmekte ve grafikte orta kısımda bulunan çizgi, genel etki büyüklüğünü ifade etmektedir. Örneklem sayısı büyük olan çalışmalar özellikle grafiğin üst kısmında ve genel etki büyüklüğü çevresinde toplanmaktadır. Örneklem sayısı küçük olan çalışmalar ise genelde huni grafiğinin alt kısmında yer almaktadır. Yayın yanlılığının olmaması için bireysel çalışmaların hepsinin huni çizgilerinin içerisinde ve simetrik biçimde saçılması beklenmektedir ve huni dışına saçılmış çalışmalar, yayın yanlılığına neden olabilmektedir. Huni grafikleri genelde sübjektif olarak değerlendirildiğinden yayın yanlılığı konusunda diğer yayın yanlılığı istatistiklerine bakmak gerekmektedir (Şen, Yıldırım, 2020).

Tablo 4. 15. Akademik Başarı Değişkenine Ait Classic Fail-Safe N Analizi

<i>Rosenthal'ın Koruma Sayısı Analizi</i>	<i>Değerler</i>
Z Değeri	28,951
p değeri	0,0000
Alfa Değeri	0,050
Alfa için Z Değeri	1,959
N	54
Araştırmayı geçersiz kılmak için gerekli çalışma sayısı	1729

Tablo 4. 15 incelendiğinde gerçekleştirilmiş olan meta analiz sonucunda saptanmış olan hata koruma sayısı (fail safe N) Rosenthal'in yöntemine göre 1729 olarak hesaplanmıştır ve bu değer erişilen $p=0,000$ 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 göstermektedir. Bu bağlamda 54 çalışmanın verilerinden yapılan meta analiz sonucu ulaşılan bulguların ve anlamlılığın geçersiz sayılabilmesi için 1729 tane anlamlı olmayan çalışmanın meta analize dahil edilmesi gerekmektedir. Bu sayı oldukça yüksek bir sayı olduğundan yapılan meta analiz araştırmasının güvenilir ve yayın yanlılığının minimum seviyede olduğu şeklinde yorumlanabilir.

Meta-analizi yapılan çalışmalarda yayın yanlılığı durumunun istatistiksel olarak analizini sağlamak için diğer bir yöntem Begg ve Mazumdar Sıra

Korelasyonu kullanılmıştır. Bu kapsamda yayın yanlılığının istatistiksel olarak incelenebilmesi için Begg ve Mazumdar Sıra Korelasyonu sonuçları Tablo 16.'da gösterilmiştir.

Tablo 4. 16. Akademik Başarı Değişkenine Ait Begg ve Mazumdar Sıra Korelasyonları Test Sonuçları

<i>Yanlılık Durumu</i>	<i>Değerler</i>
Kendall's S (P-Q)	528
Kendall's tau	0,369
Tau için z değeri	3,939
P	0,11920

Tablo 4. 16 incelendiğinde, elde edilen Begg ve Mazumdar sıra korelasyonu değerlerine göre, p değeri 0,11920 olarak hesaplanmıştır. p değerinin ,05'ten büyük çıkması nedeniyle huni grafiğinin asimetrik olmadığını ($\beta_0=0$) gösteren yokluk (null) hipotezini (H_0) kabul edilmiştir. Bu sonuç huni grafiğindeki saçılımın simetrik olduğuna işaret etmektedir. Bu durumda yayın yanlılığının olmadığını ortaya koymaktadır. Huni grafiğindeki dağılımın simetliliği test edebilmek amacıyla diğer bir farklı analiz olan Egger Regresyon Yöntemi istatistiği Tablo 4. 17'de gösterilmiştir.

Tablo 4. 17. Akademik Başarı Değişkenine Ait Egger Regresyon Analizi Bulguları

<i>Yanlılık Durumu</i>	<i>Değerler</i>
Kesen	6,07733
Standart hata	1,74055
%95 Alt Limit	2,58466
%95 Üst Limit	9,57000
t-değeri	3,49161
df	52
p Değeri(1-kuyruk)	0,0692

Tablo 4. 17’de yer alan Egger regresyon analizi sonuçlarına göre p (1) değeri 0,069, p(2) değeri ise 0,089 olarak bulunmuştur. p değerinin ,05’ten büyük çıkması nedeniyle huni grafiğinin asimetrik olmadığını ($\beta_0=0$) gösteren yokluk (null) hipotezini (H_0) kabul edilmiştir. Bu sonuç huni grafiğindeki saçılımın simetrik olduğuna işaret etmektedir. Bu durumda yayın yanlılığının olmadığını ortaya koymaktadır.

4.2.1.1. Akademik Başarıyı İnceleyen Çalışmaların Sınıf Düzeyine İlişkin Moderatör Analizi

STEM etkinliklerinin sınıf düzeyi (5-8.sınıf) açısından akademik başarı üzerinde etki büyüklükleri arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığına bakılmıştır. Bu kapsamda 5-8.sınıf şeklinde gruplara ayrılan çalışmaların meta-analizi CMA programı kullanılarak yapılmış ve etki büyüklükleri ortaya konulmuştur. 54 çalışmandan alınan veriler kullanılarak meta-analiz çalışması gerçekleştirilmiştir.

Tablo 4. 18’de sınıf seviyesine ilişkin heterojenlik analizi bulgularına yer verilmiştir.

Tablo 4. 18. Akademik Başarı Değişkeni Sınıf Seviyesine İlişkin Heterojenlik Analizi Bulguları

<i>Sınıf Düzeyi</i>	<i>Heterogeneity</i>				<i>Tau-squared</i>			
	Q-value	df (Q) Tau	P-value	I-squared	Tau Squared	Standard Error	Variance	
5.Sınıf	17,610	9	0,040	48,894	0,097	0,095	0,009 0,311	
6.Sınıf	68,418	9	0,000	86,846	0,511	0,308	0,095 0,715	
7.Sınıf	290,247	21	0,000	92,765	1,221	0,434	0,189 1,105	

8.Sınıf	139,611	11	0,000	92,121	1,317	0,629	0,396	1,147
Qw	515,886	24	0,000					
Qb	13,633	5	0,003					

* $p < 0,05$, **Qw= Grup İçi Heterojenite Değeri, ***Qb= Gruplar Arası Heterojenite Değeri

Gruplar arası homojenlik değeri Qb= 13,633 olarak hesaplanmıştır. Serbestlik derecesinin ($df=3$) χ^2 tablosunda %95 oranında anlamlılık seviyesindeki değeri 11,070 olarak hesaplanmıştır ve bu değerin Qb eşik değerinden daha fazla olması, hedef gruplara ilişkin genel etki büyüklük değerleri karşılaştırıldığında heterojen dağılımdan söz edilebilir. Buradan hareketle STEM eğitimlerinin öğrencilerin akademik başarı düzeylerine ilişkin etki büyüklüğü değerlerinin oluşturulan sınıf düzeyi moderatörüne göre anlamlı düzeyde farklılık gösterdiği ve 7. sınıf seviyesinde yapılan çalışmaların akademik başarısının diğer sınıf seviyelerine kıyasla daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 4. 19’da sınıf seviyesi moderatörüne ilişkin genel etki büyüklükleri verilmiştir.

Tablo 4. 19. Akademik Başarıyı İnceleyen Çalışmaların Sınıf Düzeyi Moderatörüne İlişkin Rastgele Etkiler Modeli Etki Büyüklükleri

<i>Sınıf Seviyesi</i>	<i>Çalışma Sayısı</i>	<i>Etki Büyüklüğü</i>	<i>Alt Limit</i>	<i>Üst Limit</i>	<i>p-değeri</i>
5.Sınıf	10	0,848	0,568	1,128	0,000
6.Sınıf	10	1,177	0,695	1,660	0,000
7.Sınıf	22	1,541	1,058	2,024	0,000
8.Sınıf	12	1,502	0,824	2,181	0,000
Genel	54	0,956	0,986	1,656	0,000

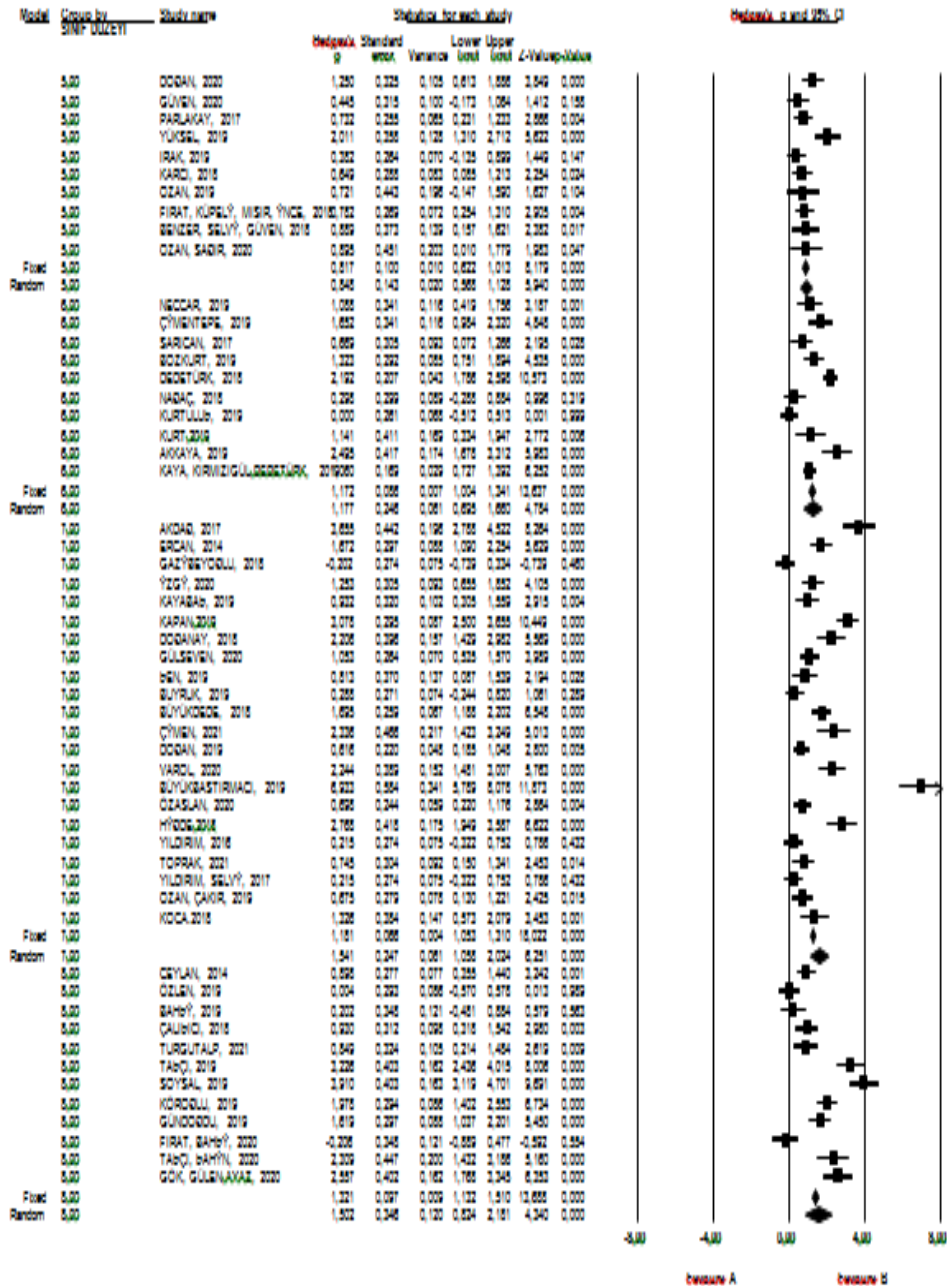
Sınıf seviyesine ilişkin moderatörde Rastgele (Random) Etkiler Modeline göre 7. Sınıf seviyesinin etki büyüklüğü en büyük etki büyüklüğüne sahip olup değeri 1,541 olarak hesaplanmıştır. İkinci sırada 8. Sınıf seviyesi 1,502

büyükliğindeki etki büyüklüğü ile gelmektedir. Bu değeri 6. Sınıf seviyesinin etki büyüklüğü 1,177 takip etmektedir. Son olarak 0,848 etki büyüklüğü ile 5. Sınıf düzeyi gelmektedir. Cohen ve diğ.'nin (2007)'in kriterlerine göre 6,7 ve 8.sınıflar için güçlü düzeyde etki büyüklüğüne sahipken, 5.sınıf seviyesinde etki büyüklüğü 0,848 ile orta düzeyde etki büyüklüğüne karşılık gelmektedir.

Sınıf seviyeleri açısından fen eğitiminde STEM uygulamalarının akademik başarıya ilişkin bireysel etki büyüklüğü değerlerinin araştırıldığı çalışmaların Hedges'in belirlemiş olduğu g değerine göre %95 anlamlılık düzeyindeki orman grafiği Şekil 4.4'de belirtilmiştir. Etki büyüklükleri 7 ve 8. sınıf seviyesindeki iki çalışma dışında bütün sınıf seviyelerinde pozitif yönlüdür.



Meta Analysis



Şekil 4.4. Akademik Başarıyı İnceleyen Çalışmaların Sınıf Düzeyi Moderatörüne İlişkin Orman Grafiği

4.2.1.2. Akademik Başarıyı İnceleyen Çalışmaların Yayın Türüne İlişkin Moderatör Analizi

STEM etkinliklerinin farklı yayın türleri (makale, yüksek lisans tezi, doktora tezi) açısından akademik başarı üzerinde etki büyüklükleri arasında anlamlı bir fark olup olmadığı araştırılmıştır. Bu kapsamda makale, yüksek lisans tezi, doktora tezi şeklinde gruplara ayrılan çalışmaların meta-analizi CMA programı kullanılarak yapılmış ve etki büyüklükleri ortaya konulmuştur. 54 çalışmadan alınan veriler kullanılarak meta-analiz çalışması gerçekleştirilmiştir

Tablo 4. 20’de sınıf seviyesine ilişkin heterojenlik test bulgularına yer verilmiştir.

Tablo 4. 20. Akademik Başarıyı İnceleyen Çalışmaların Yayın Türüne İlişkin Heterojenlik Analizi Bulguları

Yayın Türü	Heterogeneity				Tau-squared			
	Q-value	df (Q)	P-value	I-squared	Tau Squared	Standard Error	Variance	Tau
Makale	52,336	8	0,000	84,714	0,097	0,063	0,004	0,311
Y.L.Tezi	611,205	37	0,000	93,946	0,235	0,065	0,004	0,485
Doktora Tezi	83,915	6	0,000	92,850	0,207	0,133	0,018	0,455
QW	747,456	51	0,000					
QB	38,753	8	0,000					

* $p<0,05$, **Qw= Grup İçi Heterojenite Değeri, ***Qb= Gruplar Arası Heterojenite Değeri

Tablo 4. 20’deki Akademik başarıyı inceleyen çalışmaların yayın türü moderatörüne ilişkin heterojenlik bulguları analiz edildiğinde grup içine yönelik heterojenlik testinin anlamlılık seviyesi $p<0,05$ olarak belirlenmiştir. Bunun dışında Q istatistiksel değeri 747,456 ve df serbestlik derecesi 51 bulunmuş ve χ^2 tablosunun df=51 seviyesindeki %95 anlamlılık seviyesindeki eşik değeri 67,505 ve 79,082 değerleri arasındadır. Heterojenlik testinde bulunan istatistiki Q değeri ($p<0,05$) ile 51 serbestlik derecesindeki ki-kare dağılımında tespit edilmiş kritik değerden yüksek çıktığı gözlemlenmiş olup $p<0,05$ olduğundan anlamlıdır. Bu

sonuç ışığında çalışmaların kendi içlerinde aynı yaygın etkiye sahip olduğu çıkarılmaktadır. Bu verilere göre STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarıya ilişkin etki büyüklüğü değerlerinin oluşturulan yayın türü moderatörüne göre anlamlı düzeyde farklılık gösterdiği ve Yüksek Lisans Tezi türünde yapılan çalışmaların akademik başarının diğer yayın türlerine kıyasla daha anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 4. 21’de yayın türü moderatörüne ilişkin genel etki büyüklükleri verilmiştir.

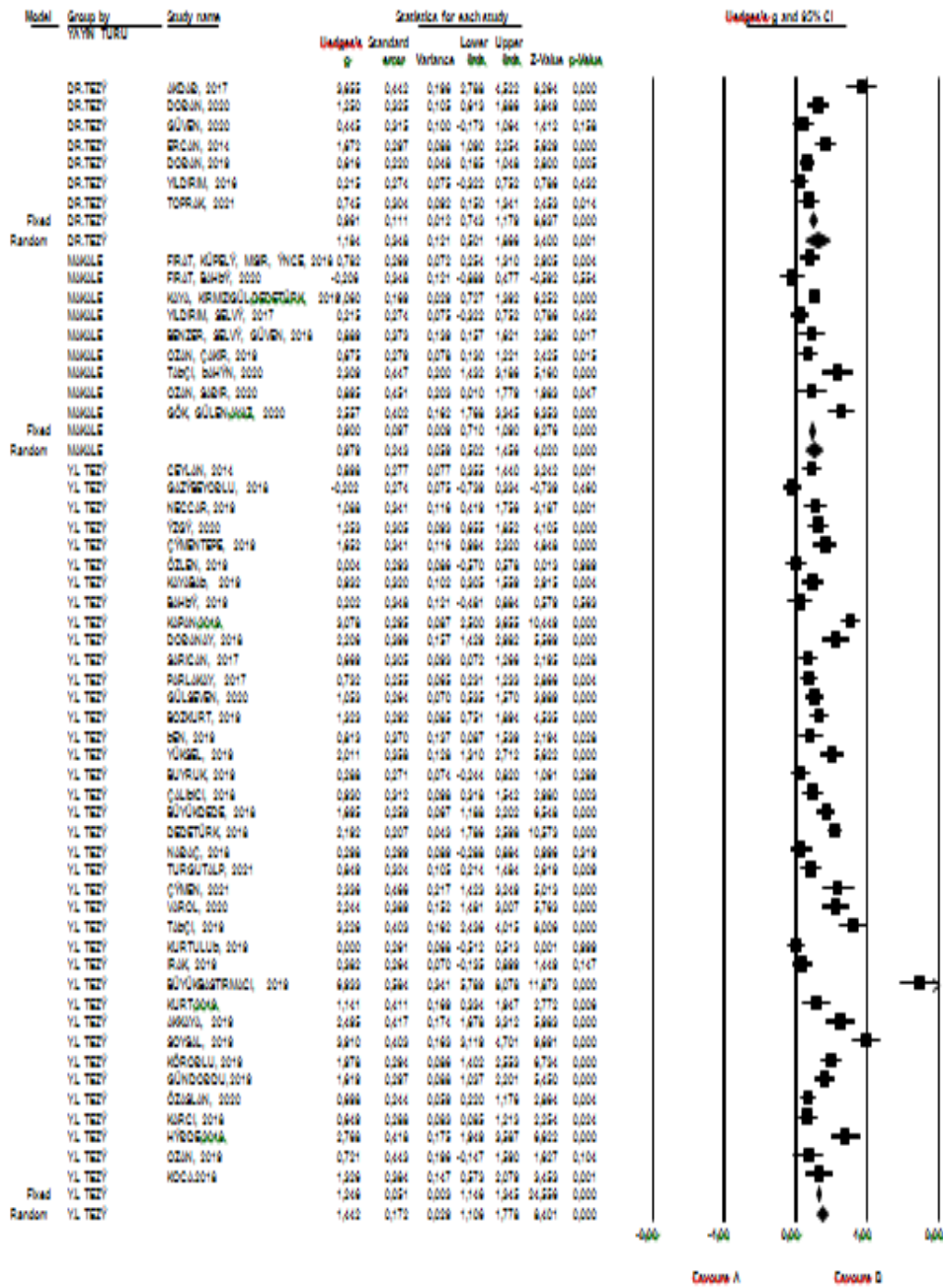
Tablo 4. 21. Akademik Başarıyı İnceleyen Çalışmaların Yayın Türü Moderatörüne İlişkin Rastgele Etkiler Modeli Genel Etki

<i>Yayın Türü</i>	<i>Çalışma Sayısı</i>	<i>Etki Büyüklüğü</i>	<i>Alt Limit</i>	<i>Üst Limit</i>	<i>p-değeri</i>
Makale	9	0,466	0,242	0,691	0,000
Y.L.Tezi	38	0,637	0,477	0,797	0,000
Dr. Tezi	7	0,542	0,191	0,892	0,002
Genel	54	0,607	0,411	0,843	0,000

Yayın türüne ilişkin moderatörde Rastgele (Random) Etkiler Modeline göre Yüksek Lisans tezi etki büyüklüğü en büyük etki büyüklüğüne sahip olup değeri 0,637 olarak hesaplanmıştır. 0,542 etki büyüklüğü ile ikinci sırada doktora tezleri gelmektedir. Son olarak ise en küçük etki büyüklüğü 0,466 ile makalelerdedir. Cohen ve diğ.’nin (2007) kriterlerine göre Yüksek Lisans türündeki yayınların etki büyüklüğü orta düzeyde iken, diğer yayınların etki büyüklüğü değerleri zayıf düzeyde etki büyüklüğüne karşılık gelmektedir.

Yayın Türü açısından Fen Bilimlerinde uygulanan STEM yaklaşımının akademik başarıya yönelik bireysel etki büyüklüklerini ele alınan çalışmaların Hedges’in belirlemiş olduğu g değerine göre %95 anlamlılık düzeyindeki orman grafiği Şekil 4. 5’de belirtilmiştir. Etki büyüklükleri makalelerde ve yüksek lisans tezlerinde olan iki çalışmada negatif yönlü iken diğer tüm yayın türlerinde pozitif yönlüdür.

Meta Analysis



Şekil 4.5. Akademik Başarıyı İnceleyen Çalışmaların Yayın Türüne İlişkin Orman Grafiği

4.2.1.3. Akademik Başarıyı İnceleyen Çalışmaların Örneklem Büyüklüğüne İlişkin Moderatör Analizi

Model seçimine karar verebilmek için öncelikle heterojenlik test bulgularının belirlenmesi ve yorumlanması gerekmektedir. Tablo 22.'de sınıf seviyesine ilişkin heterojenlik test bulgularına yer verilmiştir.

Tablo 4. 22. Akademik Başarıyı İnceleyen Çalışmaların Örneklem Büyüklüğüne İlişkin Heterojenlik Test Bulguları

Örneklem Büyüklüğü	Heterogeneity					Tau-squared			
	Q-value	df (Q)	P-value	I-squared	Tau Squared	Standard Error	Variance	Tau	
1<N <30	39,804	8	0,000	79,901	0,608	0,384	0,148	0,780	
30≤ N	488,390	44	0,000	90,991	0,884	0,224	0,050	0,940	
Qw	528,194	52	0,000						
Qb	14,908	6	0,000						

* $p < 0,05$, **Qw= Grup İçi Heterojenite Değeri, ***Qb= Gruplar Arası Heterojenite Değeri

Tablo 4. 22'deki çalışmanın örneklem büyüklüğü moderatörüne ilişkin heterojenlik test bulguları analiz edildiğinde grup içine yönelik heterojenlik testinin anlamlılık seviyesi $p < 0,05$ olarak belirlenmiştir. Bunun dışında istatistiki Q değeri 528,194 ve df serbestlik derecesi 52 bulunmuştur ve χ^2 tablosunun $df=52$ seviyesindeki %95 anlamlılık seviyesindeki eşik değeri 67,505 ile 79,082 değerleri aralığındadır. Heterojenlik testinde hesaplanan istatistiki Q değeri ($p < 0,05$) ile 52 serbestlik derecesindeki ki-kare dağılımına ilişkin belirlenmiş eşik değerden yüksek çıktığı gözlemlenmiş olup $p < 0,05$ olduğundan anlamlıdır. Bu verilere göre çalışmaların kendi aralarında benzer şekilde yaygın etki oluşturduğu ve araştırmaların kendi içlerinde beklenen seviyeden daha yüksek dağılıma sahip oldukları için heterojen oldukları şeklinde yorumlanabilir.

Bu durumda STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarıya ilişkin etki büyüklüğü değerlerinin oluşturulan örneklem büyüklüğü moderatörüne göre anlamlı düzeyde farklılaştığı ve örneklem sayısı 30 ve 30'dan fazla olan çalışmalarda akademik başarının, örneklem sayısı 30'dan az olan çalışmalara kıyasla daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 4. 23' de örneklem büyüklüğü moderatörüne ilişkin genel etki büyüklükleri verilmiştir.

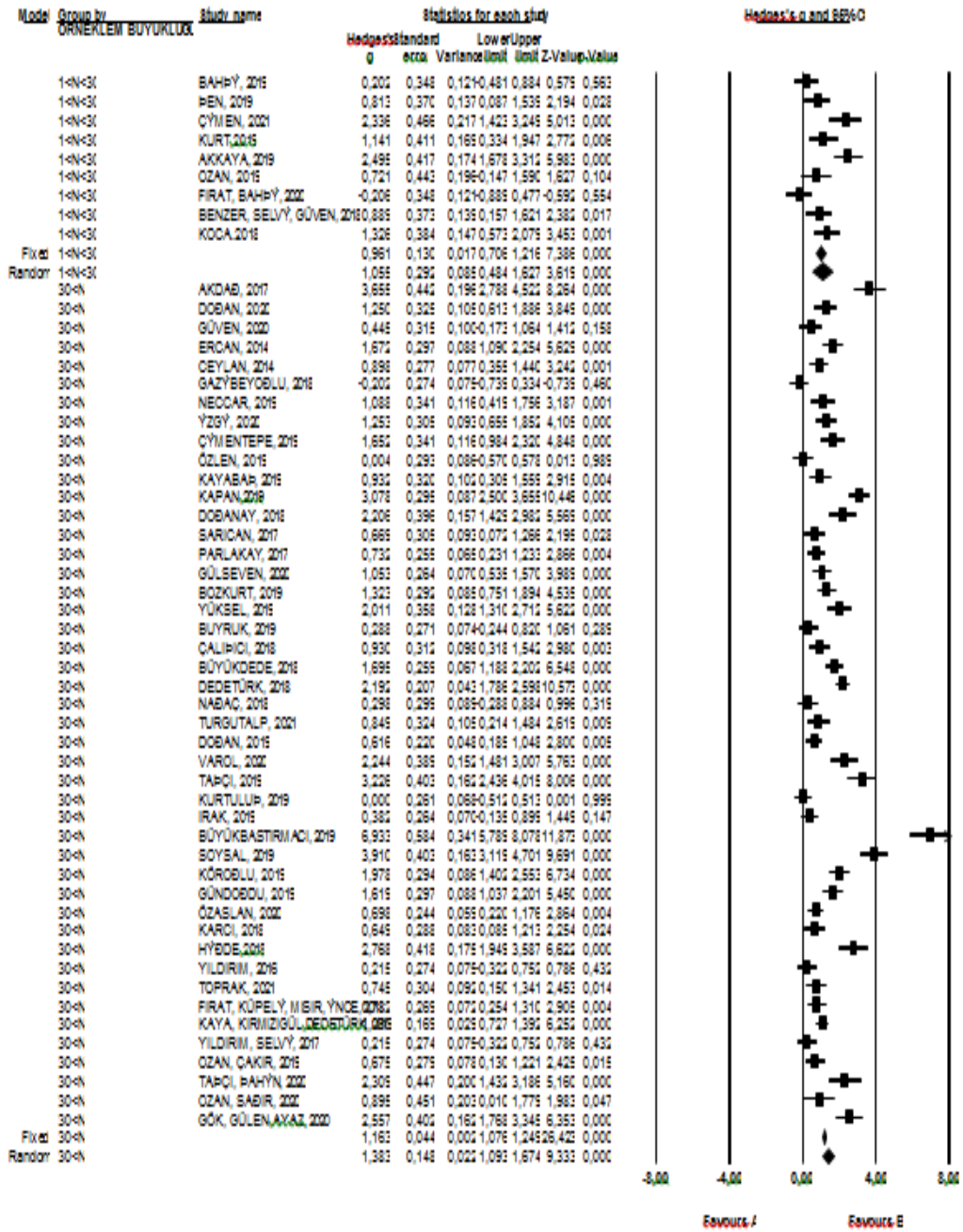
Tablo 4. 23. Akademik Başarıyı İnceleyen Çalışmaların Örneklem Büyüklüğü Moderatörüne İlişkin Rastgele Etkiler Modeli Genel Etki Büyüklükleri

<i>Örneklem Büyüklüğü</i>	<i>Çalışma Sayısı</i>	<i>Etki Büyüklüğü</i>	<i>Alt Limit</i>	<i>Üst Limit</i>	<i>p-değeri</i>
1<N <30	9	1,055	0,484	1,627	0,000
30 ≤ N	45	1,383	1,093	1,674	0,000
Genel	54	1,406	1,102	1,635	0,000

Örneklem büyüklüğüne ilişkin moderatörde Rastgele (Random) Etkiler Modeline göre örneklem sayısı 30 ve 30'dan fazla olan çalışmaların etki büyüklüğü en büyük etki büyüklüğüne sahip olup değeri 1,383 olarak hesaplanmıştır. Örneklem sayısı 30'dan az olan çalışmaların etki büyüklüğü ise 1,055 olarak belirlenmiştir. Cohen ve diğ.'nin (2007) belirlemiş olduğu kriterlere göre örneklem sayıları moderatörüne göre hesaplanan etki büyüklükleri güçlü düzeyde etki büyüklüğüne karşılık gelmektedir.

Örneklem sayıları açısından STEM uygulamalarının akademik başarıya ilişkin bireysel etki büyüklüğü değeri araştırılan çalışmaların Hedges'in belirlemiş olduğu g değerine göre %95 anlamlılık düzeyindeki orman grafiği Şekil 4.6'da verilmiştir.

Meta Analysis



Şekil 4. 6. Akademik Başarıyı İnceleyen Çalışmaların Örneklem Büyüklüğüne İlişkin Orman Grafiği

4.2.2. STEM Tutum Değişkenine Ait Etki Büyüklüklerine İlişkin Bulgular

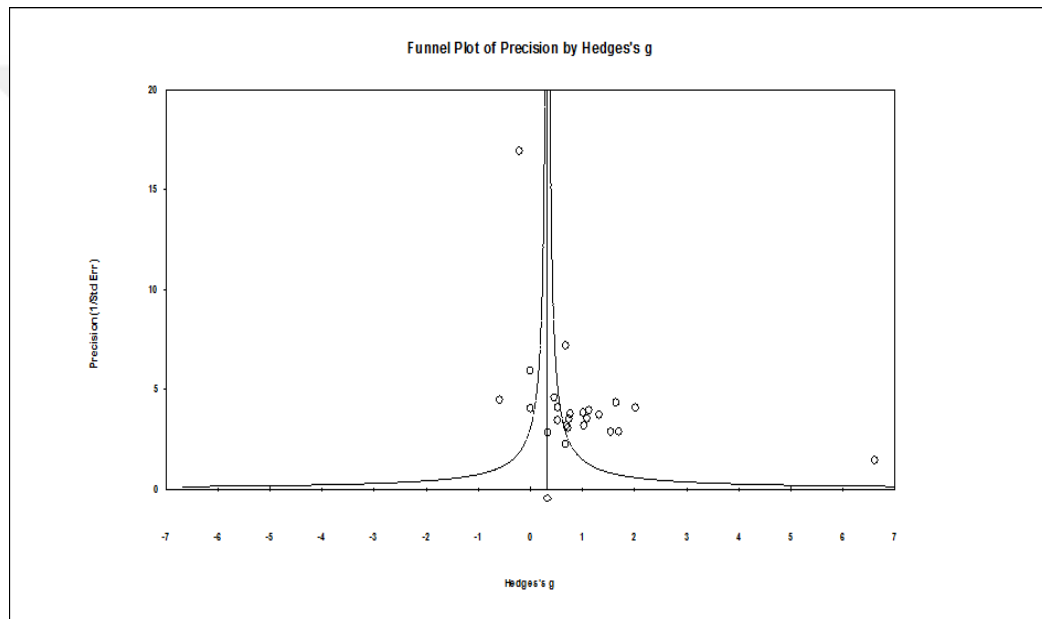
STEM uygulamalarının öğrencilerin STEM tutumlarına olan etkisine ilişkin yapılan ve meta analiz çalışmasında dahil edilme kriterlerine uyan 24 çalışmadan elde edilen verinin bireysel ve genel etki büyüklükleri hesaplanmıştır ve sonuçlar tablodaki gibidir.

Tablo 4. 24. STEM Tutum Değişkeninin %95 Güven Aralığında Bireysel Etki Büyüklüğüne İlişkin Bulgular

No	Çalışmanın adı	Hedges's <i>g</i>	Alt limit	Üst limit	<i>p</i>
1	GÜLHAN, 2016	-0,507	-1,037	0,022	0,060
2	SELVİ, YILDIRIM, 2017	0,522	-0,046	1,090	0,072
3	KARIŞAN, YURDAKUL, 2017	1,647	1,196	2,098	0,000
4	OCAK, 2017	-0,207	-0,323	-0,092	0,000
5	KOCA, 2018	0,336	-0,350	1,022	0,337
6	ALICI, 2018	1,701	1,021	2,382	0,000
7	ALNIAK, 2018	1,014	0,503	1,526	0,000
8	AKIN, 2019	0,723	0,086	1,361	0,026
9	KAVACIK, 2019	1,322	0,794	1,849	0,000
10	ŞANLI, 2019	-0,002	-0,332	0,327	0,989
11	DOĞAN, 2019	0,459	0,032	0,886	0,035
12	TAŞÇI, 2019	1,087	0,533	1,642	0,000
13	IRAK, 2019	0,682	0,409	0,954	0,000
14	BÜYÜKBASTIRMACI, 2019	-0,588	-1,027	-0,150	0,008
15	SOYSAL, 2019	1,128	0,632	1,624	0,000
16	KÖROĞLU, 2019	0,529	0,050	1,007	0,030
17	YAZICI, 2019	2,019	1,540	2,498	0,000
18	OZAN, 2019	0,678	-0,188	1,543	0,125
19	ŞIK, 2019	0,767	0,249	1,285	0,004
20	VAROL, 2019	1,544	0,865	2,223	0,000
21	ÖZASLAN, 2019	0,745	0,189	1,302	0,009
22	ŞİRİN, 2020	0,695	0,083	1,307	0,026
23	TOPRAK, 2021	1,026	0,412	1,639	0,001
24	ESLEK, 2022	0,000	-0,484	0,484	1,000

Tablo 4. 24'te görüldüğü üzere toplam 24 adet çalışmadan elde edilen verilerin bireysel etki büyüklüğü, alt-üst limitleri ve p değerleri hesaplanmıştır.

Karşılaştırmadaki hedges's g değerleri incelendiğinde (Gülhan (2016), Ocak (2017), Büyükbastırmacı (2019)) 3 çalışmanın etki büyüklüğü değeri negatif yönlü, diğer çalışmaların ise tümünün etki büyüklüğü değerlerinin pozitif yönde olduğu görülmektedir. Bunun dışında alt ve üst limitler incelendiğinde en düşük alt limit-1,037 olarak hesaplanırken en yüksek üst limit 2,498 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4. 7. STEM Tutum Değişkenini İnceleyen Çalışmaların Hedges'in Değerine İlişkin Etki Büyüklüğü Değerlerinin Dağılımına Yönelik Huni Grafiği

Genel etki büyüklüğü hesaplanmadan önce çalışmaların heterojenlik durumunun kontrol edilmesi önemlidir, çünkü kullanılacak olan modelin seçimi bu basamakta belirlenmektedir. Şekil 4. 7'deki huni grafiği incelendiğinde bireysel çalışmalar daire, genel etki düzeyi ise elmas şeklinde gösterilmekte ve grafikte bireysel çalışmaların eğim çizgileri arasında olması beklenmektedir. Ancak görüldüğü üzere bazı çalışmaların eğim çizgilerinin dışında olduğu tespit edilmiştir. Bireysel çalışmaların çoğunun eğim çizgisi içerisinde yer alması, çalışmanın heterojen bir yapıda olduğu yorumunu vermektedir. Bu yorum tek

başına yeterli olmadığı için heterojenlik durumunu objektif bir şekilde yorumlayabilmek adına Q ve p değerlerine de bakmak gerekmektedir.

Tablo 4. 25. STEM Tutum Değişkenini İnceleyen Çalışmalara Ait Heterojenlik Testi

<i>Heterogeneity</i>				<i>Tau-squared</i>			
Q-value	df (Q)	P-value	I-squared	Tau Squared	Standard Error	Variance	Tau
356,701	23	0,000	93,552	0,667	0,362	0,131	0,816

Tablo 4. 25 incelendiğinde yapılan heterojenlik testi neticesinde Q değeri 356,701 olarak hesaplanmış ve bu değer χ^2 tablosunda 23 serbestlik derecesinin %95 anlamlılık düzeyinde kritik değerinin 14,067 olduğu tespit edilmiştir. Buna göre Q değerinin χ^2 tablosundaki kritik değerinden ($df=23$ için $\chi^2=14,067$) yüksek olması nedeniyle meta analiz kapsamına alınan çalışmaların heterojen bir yapıda olduğu ve heterojenlik testi neticesinde çıkan sonuç anlamlı ise rastgele etkiler modelinin kullanılması gerektiği de söylenebilir ($p<0,05$) (Dinçer, 2021).

İkinci alt probleme yönelik meta analize dahil edilen araştırmaların sabit ve rastgele etkiler modellerine ilişkin genel etki büyüklükleri Tablo 4. 26'da verilmiştir.

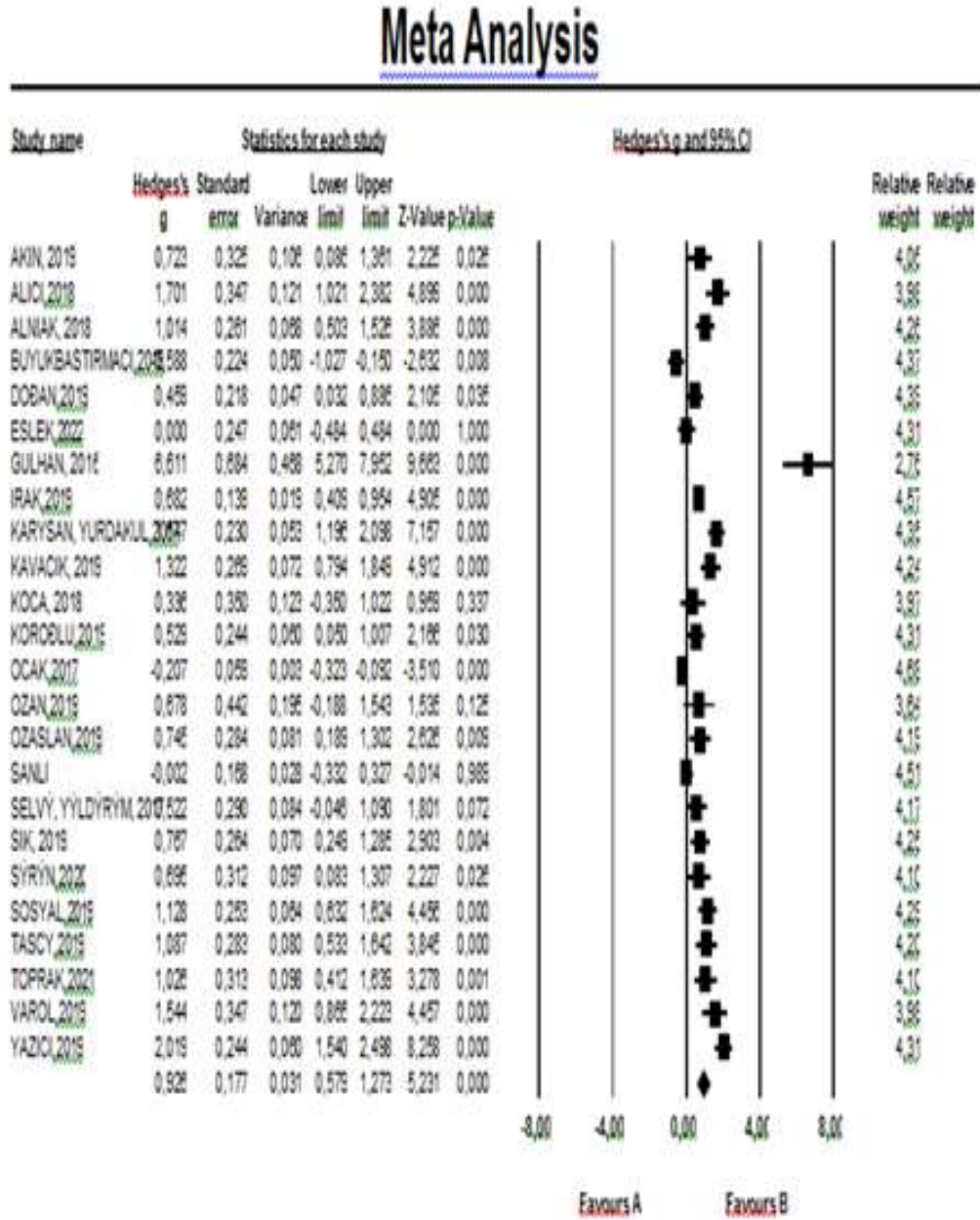
Tablo 4. 26. STEM Tutum Değişkenini İnceleyen Çalışmaların Genel Etki Büyüklükleri

<i>Model</i>	<i>N</i>	<i>Standart</i>	<i>Hedges's g</i>	<i>%95 Güven</i>	<i>Z-değeri</i>	<i>p-değeri</i>	
		<i>Hata</i>		<i>aralığı</i>			
				<i>Alt Limit</i>	<i>Üst Limit</i>		
Sabit(Fixed)	24	0,039	0,327	0,250	0,405	8,292	0,000
Rastgele (Random)	24	0,177	0,926	0,579	1,273	5,231	0,000

Genel etki büyüklüğü öncelikle sabit etkiler modeline göre hesaplanmış ve 0,039 standart hata ile 0,327 olarak tespit edilmiştir. Bu verilere göre genel etki büyüklüğünün hesaplanmasında kullanılacak olan model rastgele etkiler modeli olarak seçilmiştir.

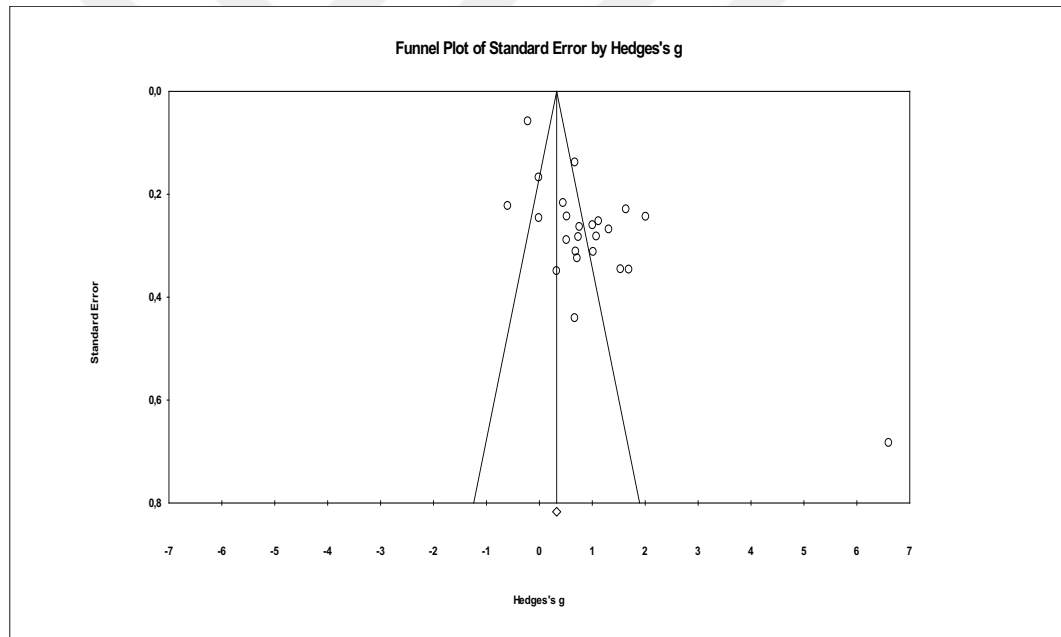
Rastgele etkiler modeline ilişkin yapılan analizler neticesinde 0,177 standart hata ile genel etki büyüklüğü değeri 0,926 olarak belirlenmiştir. Etki büyüklüğünün %95 anlamlılık düzeyinde 0,579 alt ve 1,273 üst limite sahip olduğu görülmektedir. Genel etki büyüklüğünün pozitif değere sahip olması bu etkinin STEM yaklaşımı kullanılan deney gruplarının lehine olduğunu göstermektedir. Ayrıca 5,231 olarak hesaplanan z değerinin, $p=0,000$ ile istatistiki anlamda anlamlı olduğu belirlenmiştir. P değerinin 0,05 değerinden daha düşük değere sahip olması gruplar arasında anlamlı bir farklılık olduğu sonucunu çıkarmaktadır. Bu doğrultuda elde edilen bulgulara göre fen eğitiminde STEM uygulamalarının öğrencilerin STEM tutumlarını geliştirmesi yönünde pozitif düzeyde ve orta seviyede bir etkiye sahiptir.

Çalışma kapsamında alınan ve STEM Tutumlarını inceleyen araştırmaların Hedges's g etki büyüklüklerinin dağılımına ilişkin orman grafiği Şekil 4. 8'de sunulmuştur.



Şekil 4. 8. STEM Tutum Değişkenini İnceleyen Çalışmaların Orman Grafiği ve Çalışma Ağırlıkları

Şekil 4. 8 incelendiğinde orman grafiğinde içi dolu kareler olarak temsil edilen kısımlar bireysel etki büyüklüklerini ifade etmektedir ve bu karelerin büyüklükleri örneklem sayıları ile doğru orantılıdır. Ayrıca karelerin içerisinde geçen yatay çizgiler çalışma aralıklarını ifade etmektedir. Genel olarak etki büyüklükleri değeri 0-1 arasında yoğunlaşmış olsa da, bir çalışmanın etki büyüklüğü 6,611 olarak hesaplandığı için bütün tabloyu gözler önüne sermek amacıyla skala geniş tutulmuştur (-8, +8). Orman grafiğinde genel etki büyüklüğünü ifade eden eşkenar dörtgenin pozitif ve 1'den büyük bir değer olduğu görülmektedir ve bu sonuçlara göre fen eğitiminde kullanılan STEM etkinliklerinin, öğrencilerin STEM'e yönelik tutumlarına etkisinin geniş olduğu söylenebilir.



Şekil 4. 9. STEM Tutum Değişkenine İlişkin Çalışmaların Funnel Diyagramı (Yayın Yanlılığı Grafiği)

Şekil 4.9'daki yayın yanlılığı grafiği incelendiğinde etki büyüklükleri yatay ekseninde, örneklem büyüklüğü ya da standart hata gibi değerlerin ise dikey ekseninde olduğu görülmektedir. Grafikte orta kısımda bulunan çizgi genel etki değerini ifade eder ve 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 yer alır ve yayın yanlılığının olmaması için bireysel çalışmaların hepsinin huni çizgilerinin içerisinde ve simetrik biçimde saçılması beklenmektedir. Huni dışına saçılmış çalışmaların yayın yanlılığına neden olduğu söylenebilir. Fakat huni grafikleri genelde sübjektif olarak değerlendirildiğinden yayın yanlılığı konusunda diğer istatistiklerine bakmak gerekmektedir.

Tablo 4. 27. STEM Tutum Değişkenini İnceleyen Çalışmalara İlişkin Classic Fail-Safe N Analizi

<i>Rosenthal'ın Koruma Sayısı Analizi</i>	<i>Değerler</i>
Z Değeri	14,718
p değeri	0,0000
Alfa Değeri	0,050
Alfa için Z Değeri	1,959
N	24
Araştırmayı geçersiz kılacak araştırma sayısı	1330

Tablo 4. 27. incelendiğinde yapılan meta analiz araştırmasında belirlenen hata koruma sayısı (fail safe N) Rosenthal'in yöntemine göre 1330 olarak hesaplanmıştır. Bu değer esasen belirlenen $p=0,000$ anlamlılığa ilişkin değer; $p>0,05$ değerine yükseltilebilmesi yani anlamlılığın ortadan kaldırılabilmesi için etki büyüklüğü değeri "0" olan ve meta analize dahil edilmesi gereken çalışma sayısını ifade etmektedir ve bu 24 çalışmanın verileriyle gerçekleştirilen meta analizle elde edilen bulguların ve anlamlılığın geçersiz sayılabilmesi için 1330 tane anlamlı olmayan çalışmanın meta analize dahil edilmesi gerekmektedir. Bu sayı yüksek bir sayı olduğundan gerçekleştirilmiş olan meta analiz araştırmasının güvenilir olduğu ve yayın yanlılığının düşük düzeyde olduğu ifade edilebilir.

Meta-analizi yapılan çalışmalarda yayın yanlılığı durumunun istatistiksel olarak analizini sağlamak için diğer bir yöntem Begg ve Mazumdar Sıra Korelasyonu kullanılmıştır. Bu kapsamda yayın yanlılığının istatistiksel olarak incelenebilmesi için Begg ve Mazumdar Sıra Korelasyonu sonuçları Tablo 4. 28.'de

gösterilmiştir.

Tablo 4. 28. STEM Tutum Değişkenine Ait Begg ve Mazumdar Sıra Korelasyonları Analizi Bulguları

<i>Yanlılık Durumu</i>	<i>Değerler</i>
Kendall's S (P-Q)	58
Kendall's tau	0,21014
Tau için z değeri	1,43866
P	0,07512

Tablo 4. 28 incelendiğinde, Begg ve Mazumdar sıra korelasyonu değerleri doğrultusunda p değeri 0,07512 olarak belirlenmiştir. p değerinin ,05'ten büyük çıkması nedeniyle huni grafiğinin asimetrik olmadığını ($\beta_0=0$) gösteren yokluk (null) hipotezini (H_0) kabul edilmiştir. Bu sonuç huni grafiğindeki saçılımın simetrik olduğuna işaret etmektedir. Bu durumda yayın yanlılığının olmadığını ortaya koymaktadır. Huni grafiğindeki dağılımın simetрилиği test edebilmek amacıyla diğer bir farklı analiz olan Egger Regresyon Yöntemi istatistiği Tablo 4. 29'da gösterilmiştir.

Tablo 4. 29. STEM Tutum Değişkenine Ait Egger Regresyon Analizi Bulguları

<i>Yanlılık Durumu</i>	<i>Değerler</i>
Kesen	5,21116
Standart hata	0,98676
%95 Alt Sınır	3,16474
%95 Üst Sınır	7,25757
t-değeri	5,28109
df	22
p Değeri(1-kuyruk)	0,13230
p Değeri(2-kuyruk)	0,14550

Tablo 4. 29’da yer alan Egger regresyon analizi sonuçlarına göre p değeri ,14550 olarak bulunmuştur. p değerinin ,05’ten büyük çıkması nedeniyle huni grafiğinin asimetrik olmadığını ($\beta_0=0$) gösteren yokluk (null) hipotezini (H_0) kabul edilmiştir. Bu sonuç huni grafiğindeki saçılımın simetrik olduğuna işaret etmektedir. Bu durumda yayın yanlılığının olmadığını ortaya koymaktadır.

4.2.2.1. STEM Tutum Değişkenini İnceleyen Çalışmaların Sınıf Düzeyine İlişkin Moderatör analizi

Model seçimine karar verebilmek için öncelikle heterojenlik test bulgularının belirlenmesi ve yorumlanması gerekmektedir. Tablo 4. 30’da sınıf seviyesine ilişkin heterojenlik test bulgularına yer verilmiştir.

Tablo 4. 30. STEM Tutum Değişkenine Ait Sınıf Seviyesine İlişkin Heterojenlik Test Bulguları

<i>Heterogeneity</i>		<i>Tau-squared</i>					
Q-value	df (Q)	P-value	I-squared	Tau Squared	Standard Error	Variance	Tau
5.Sınıf 218,034	6	0,000	98,165	1,615	1,727	2,981	1,271
6.Sınıf 0,843	2	0,358	0,000	0,000	0,089	0,008	0,000
7.Sınıf 46,627	123	0,000	74,264	0,234	0,133	0,018	0,483
8.Sınıf 3,566	23	0,168	43,913	0,053	0,120	0,014	0,230
Qw 356,701 Qb 62,317	27 7	0,000	93,552	0,667	0,362	0,131	0,816

Tablo 4. 30’da çalışmanın sınıf seviyesi moderatörüne ilişkin heterojenlik test bulguları analiz edildiğinde ilk olarak sabit etkiler modelindeki grup içine

yönelik heterojenlik testinin anlamlılık seviyesi $p < 0,05$ olarak bulunmuştur. Bunun dışında Qw istatistiksel değeri (grup içi) 356,701 ve df serbestlik derecesi 27 olarak hesaplanmıştır ve χ^2 tablosunun df=27 seviyesindeki %95 anlamlılık seviyesindeki eşik değeri 43,773 ve 49,802 değerleri arasındadır. Heterojenlik testinde hesaplanan istatistiki Q değeri ($p < 0,05$) ile 27 serbestlik derecesindeki ki-kare dağılımında belirlenen eşik değerden yüksek çıktığı gözlemlenmiş olup çalışmalar kendi içlerinde beklenen seviyeden daha yüksek dağılıma sahip oldukları için heterojen oldukları şeklinde yorumlanabilir. Bu durumda STEM uygulamalarının öğrencilerin STEM tutumlarına olan etki büyüklüğünün belirlenen sınıf seviyesi moderatörüne göre anlamlı düzeyde farklılaştığı ve 5. sınıf seviyesinde yapılan çalışmaların akademik başarının diğer sınıf seviyelerine kıyasla daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 4. 31’de sınıf seviyesi moderatörüne ilişkin genel etki büyüklükleri verilmiştir.

Tablo 4.31. STEM Tutum Değişkenini İnceleyen Çalışmaların Sınıf Düzeyi Moderatörüne İlişkin Genel etki büyüklükleri Bulguları

<i>Sınıf Seviyesi</i>	<i>Çalışma Sayısı</i>	<i>Etki Büyüklüğü</i>	<i>Alt Limit</i>	<i>Üst Limit</i>	<i>p-değeri</i>
5.Sınıf	7	1,959	0,805	3,113	0,001
6.Sınıf	3	1,510	1,167	1,852	0,000
7.Sınıf	14	0,587	0,278	0,895	0,000
8.Sınıf	4	0,902	0,510	1,294	0,000
Genel	28	0,742	0,574	0,910	0,000

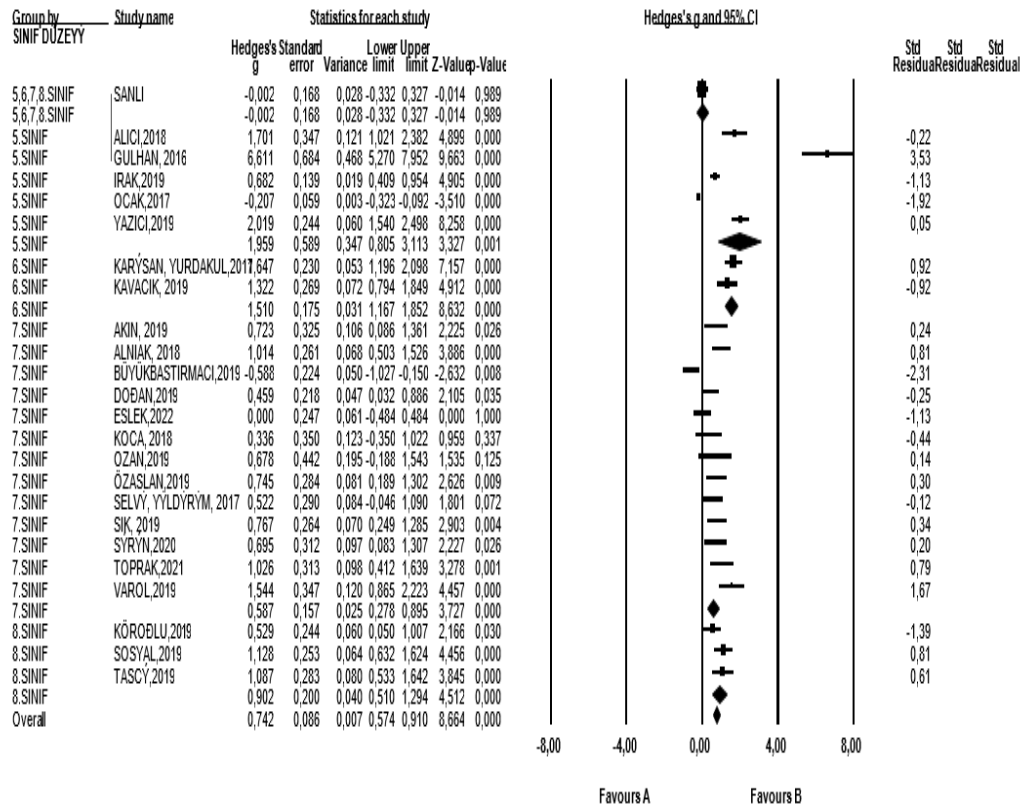
Sınıf seviyesine ilişkin moderatörde Rastgele (Random) Etkiler Modeline göre 5. Sınıf seviyesi, en büyük etki büyüklüğüne sahip olup değeri 1,959 olarak hesaplanmıştır. Arkasından 6. Sınıf seviyesi 1,510 büyüklüğündeki etki büyüklüğü ile gelmekte ve bu değeri 8. Sınıflar 0,902 ile takip etmektedir. Sonrasında etki büyüklüğü 0,587 olmak üzere 7. Sınıflar gelmektedir. Cohen ve diğ.’nin (2007)’ kriterlerine göre, 5. ve 6.Sınıf seviyesi etki büyüklüğü değerleri geniş düzeyde etkiyi ifade etmekte iken; 7. Sınıf seviyesi etki büyüklüğü aynı

skalaya göre orta düzeyde etki büyüklüğüne karşılık gelmektedir. Cohen ve diğ.'nin (2007) skalasına göre ise 7. Sınıf seviyesi etki büyüklüğü orta düzeyi geriye kalan sınıf seviyeleri çok geniş düzeyi ifade etmektedir.

Sınıf seviyeleri açısından Fen eğitiminde STEM yaklaşımının STEM tutumlarına etkisiyle ilgili olarak bireysel etki büyüklüğü araştırılan çalışmaların Hedges'in belirlemiş olduğu g değerine göre %95 anlamlılık düzeyindeki orman grafiği Şekil 4. 10'da belirtilmiştir. Etki büyüklükleri 3 çalışma dışında bütün sınıf seviyelerinde pozitif yönlüdür. Şanlı (2019)'nın yaptığı çalışma tüm sınıf düzeylerinde olduğu için orman grafiğinde ayrı olarak ele alınsa da etki büyüklüğü negatif yönlü ve de çok düşük olduğu için gruplar arası etki büyüklüğü hesaplanırken anlamlı bir etki oluşturmamıştır.

Şekil 4. 10. STEM Tutum Değişkenini İnceleyen Çalışmaların Sınıf Düzeyine İlişkin Orman Grafiği

Meta Analysis



Meta Analysis

4.2.2.2. STEM Tutum Değişkenini İnceleyen Çalışmaların Yayın Türüne İlişkin Moderatör analizi

Bu bölümde STEM Etkinlikleriyle gerçekleştirilen fen eğitiminin öğrencilerin STEM tutumlarına olan etkisinin belirlendiği çalışmaların yayın türü bakımından anlamlı bir etkiye sahip olup olmadığı test edilmiştir. Model seçimine karar verebilmek için öncelikle heterojenlik test bulgularının belirlenmesi ve yorumlanması gerekmektedir.

Tablo 4. 32’de Yayın Türüne ilişkin heterojenlik test bulgularına yer verilmiştir.

Tablo 4. 32. STEM Tutum Değişkeni Yayın Türü Moderatörüne İlişkin Heterojenlik Test Bulguları

<i>Heterogeneity</i>				<i>Tau-squared</i>			
Yayın Türü ve Q-value	df (Q)	P-value	I-squared	Tau Squared	Standard Error	Variance	Tau
Doktora Tezi 86,652	2	0,000	97,692	5,480	6,608	43,668	2,341
Makale 9,236	1	0,002	89,173	0,564	0,895	0,800	0,751
Y.Lisans Tezi 287,505	18	0,000	93,739	0,555	0,338	0,114	0,745
Qw 383,393	21	0,000					
Qb 20,387	2	0,000					
Overall 403,780	23	0,000	94,304	0,684	0,380	0,144	0,827

Tablo 4. 32’ye göre Qw istatistiksel değeri (grup içi) 383,393 ve df serbestlik derecesi 21 bulunmuştur. χ^2 tablosunun df=21 seviyesindeki %95 anlamlılık seviyesindeki eşik değeri 32,671’dir. Heterojenlik testinde hesaplanan istatistiki Q değeri ($p<0,05$) ile 21 serbestlik derecesindeki ki-kare dağılımında belirlenen eşik değerden yüksek çıktığı gözlemlenmiş olup $p<0,05$ olduğundan

anlamli olduğu söylenebilir. Ayrıca çalışmaların kendi içlerinde beklenen seviyeden daha yüksek dağılıma sahip oldukları için heterojen oldukları söylenebilir. Bu durumda STEM uygulamalarının  ğrencilerin STEM tutumlarına olan etki büyüklüğünün belirlenen yayın türü moderatörüne göre anlamli düzeyde farklılaştığı ifade edilebilir.

Tablo 4. 33' de yayın türü moderatörüne ilişkin genel etki büyüklükleri verilmiştir.

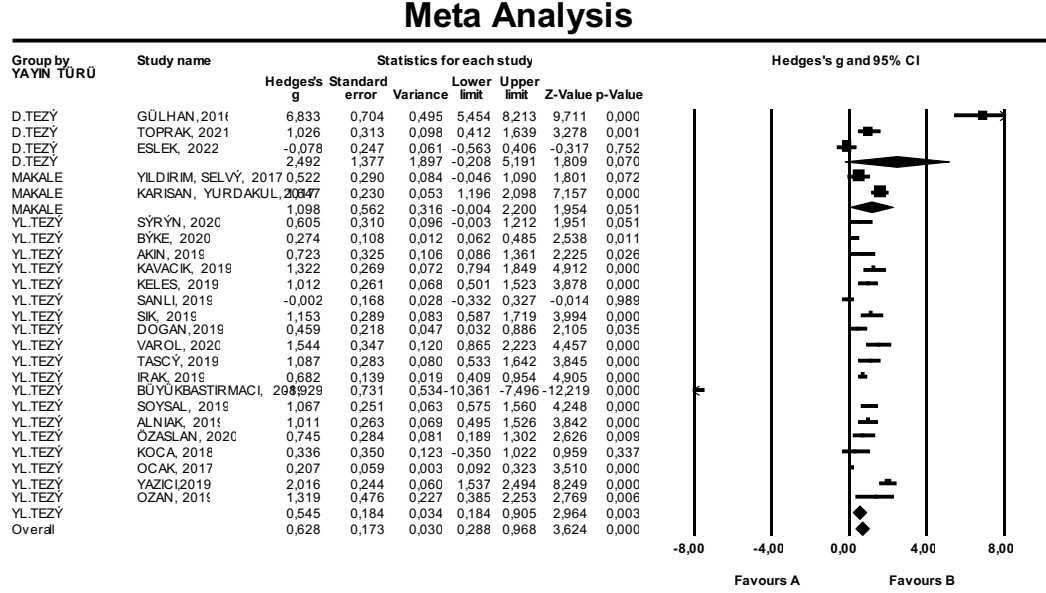
Tablo 4. 33. STEM Tutum Değişkenini İnceleyen  alışmaların Yayın Türü Moderatörüne İlişkin Genel etki büyüklükleri Bulguları

<i>Yayın Türü</i>	<i>�alışma Sayısı</i>	<i>Etki Büyüklüğü</i>	<i>Alt Limit</i>	<i>�st Limit</i>	<i>p-değeri</i>
Doktora Tezi	3	2,492	-0,208	5,191	0,070
Makale	2	1,098	-0,004	2,200	0,051
Yüksek Lisans Tezi	19	0,545	0,184	0,905	0,003
Genel	24	0,628	0,288	0,968	0,000

Yayın türüne ilişkin moderatörde Rastgele (Random) Etkiler Modeline göre Doktora tezlerinin etki büyüklüğü en büyük etki büyüklüğüne sahip olup değeri 2,492 olduğu görülmektedir. Doktora çalışmalarının süre bakımından daha uzun sürmesi ve tutumlarında aslında uzun sürede değişiklik gösterebileceği göz önünde bulundurulduğunda çok da şaşırtıcı bir sonuç değildir. Arkasından makaleler 1,098 büyüklüğündeki etki büyüklüğü ile ikinci sırada gelmektedir. Yüksek lisans tezlerinin etki büyüklüğü ise 0,545 ile en küçük etki büyüklüğüne sahiptir. Cohen ve diğ.'nin (2007) kriterlerine göre, doktora tezleri ve makalelerin etki büyüklüğü değerleri yüksek düzeyde etkiyi ifade etmekte iken; Yüksek lisans tezlerinin etki büyüklüğü aynı skalaya göre düşük düzeyde etki büyüklüğüne karşılık gelmektedir.

Yayın türü açısından Fen eğitiminde STEM yaklaşımının STEM tutumlarına etkisiyle ilgili olarak bireysel etki büyüklüğü araştırılan çalışmaların Hedges'in belirlemiş olduğu g değerine göre %95 anlamlılık düzeyindeki orman grafiği şekil 4. 11'de belirtilmiştir.

Şekil 4. 11. STEM Tutum Değişkenini İnceleyen Çalışmaların Yayın Türüne İlişkin Orman Grafiği



Meta Analysis

4.2.3. STEM Mesleklerine Yönelik Olan İlgilerini İnceleyen

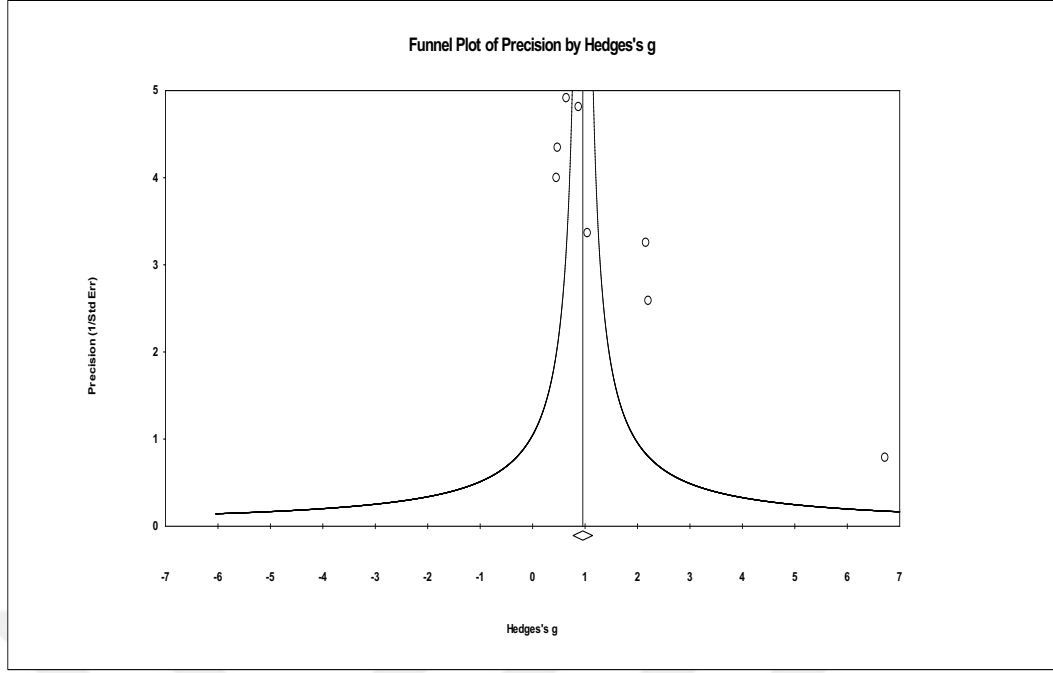
Çalışmalara Ait Etki Büyüklüklerine İlişkin Bulgular

Bu bölümde STEM uygulamalarının öğrencilerin STEM mesleklerine yönelik ilgilerine olan etkisine ilişkin yapılan meta analiz çalışmasında dahil edilme kriterlerine uyan 8 çalışmadan elde edilen verilerin bireysel ve genel etki büyüklükleri hesaplanmıştır. Ayrıca yayın yanlılığı istatistikleri de gerçekleştirilmiş olup elde edilen veriler sunulmuştur.

Tablo 4. 34. STEM Mesleklerine Yönelik İlgilerinin %95 Güven Aralığında Bireysel Etki Büyüklüğüne İlişkin Bulgular

<i>No</i>	<i>Çalışmanın adı</i>	<i>Hedges's g</i>	<i>Alt limit</i>	<i>Üst limit</i>	<i>p</i>
1.	ÇİFTÇİ, 2018	0,885	0,477	1,292	0,000
2.	SARIÇAM, 2019	1,055	0,471	1,638	0,000
3.	VAROL, 2020	2,214	1,469	2,992	0,000
4.	KAHRAMAN, 2021	0,653	0,253	1,052	0,001
5.	DEMİR, 2021	0,485	0,033	0,936	0,035
6.	HERDEM, 2021	2,169	1,565	2,772	0,000
7.	KARA, 2021	6,730	4,221	9,239	0,000
8.	ESLEK, 2022	0,463	-0,027	0,954	0,064

Tablo 4. 34'de görüldüğü üzere toplam 8 çalışmadan elde edilen verilerin bireysel etki büyüklüğü, alt-üst limitleri ve p değerleri hesaplanmıştır. Alt ve üst limitler incelendiğinde en düşük alt limit 0,033; en yüksek üst limit ise 9,239 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4. 12. STEM Mesleklerine Yönelik Olan İlgileri Değişkeninin Hedges'in Değerine Göre Etki Büyüklüklerine Yönelik Dağılıma İlişkin Huni Grafiği

Grafikte görüldüğü üzere bazı çalışmaların eğim çizgilerinin dışında kalmıştır. Bireysel çalışmaların çoğunun eğim çizgisi içerisinde yer alması, çalışmanın heterojen bir yapıda olduğunu gösterse de bu yorum tek başına yeterli değildir. Dolayısıyla heterojenlik durumunu objektif bir şekilde yorumlayabilmek için Q ve p değerlerine de bakmak gerekmektedir.

Tablo 4. 35. STEM Mesleklerine Yönelik İlgileri Değişkeninin Heterojenlik Bulguları

<i>Heterogeneity</i>				<i>Tau-squared</i>		
Q-value	df (Q)	P-value	I-squared	Tau Squared	Standard Error	Variance
56,904	7	0,000	87,699	0,537	0,363	0,132
					0,132	0,733

Tablo 4.35 incelendiğinde yapılan heterojenlik testi neticesinde Q değeri 56,904 olarak hesaplanmıştır. Bu değer χ^2 tablosunda 7 serbestlik derecesinin %95 anlamlılık düzeyinde kritik değerinin 16,919 olduğu belirlenmiştir. Buna göre Q değerinin χ^2 tablosundaki kritik değerinden ($df=7$ için $\chi^2=16,919$) yüksek olması meta analiz kapsamına alınan çalışmaların heterojen bir yapıda olduğunu göstermektedir. Heterojenlik testi neticesinde çıkan sonuç anlamlı ise rastgele etkiler modelinin kullanılması gerekmektedir ($p<0,05$) (Dinçer, 2021).

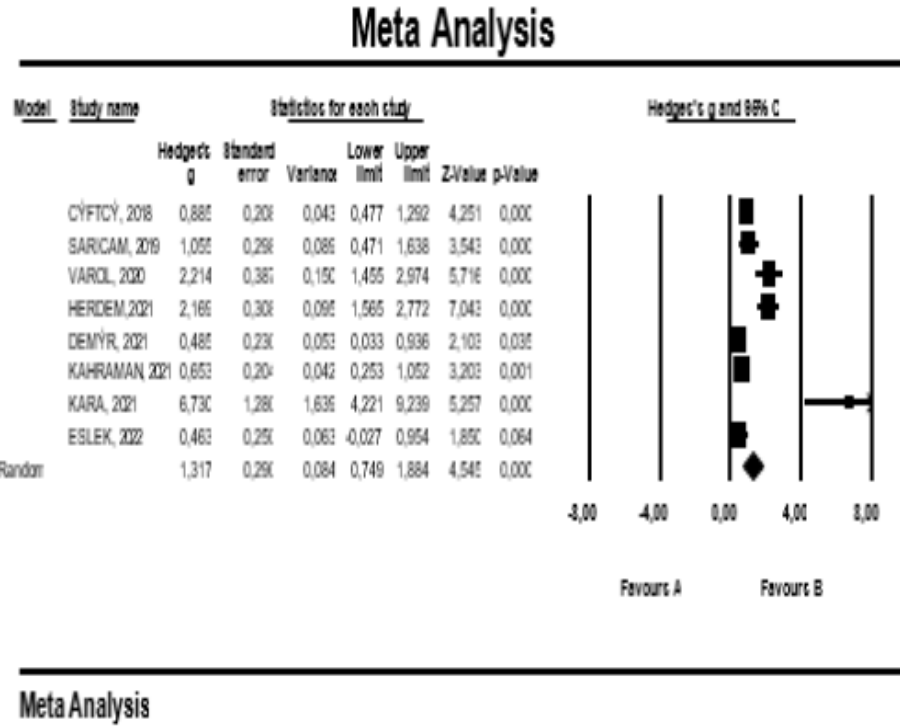
STEM mesleklerine yönelik ilgilerini araştıran ve meta-analiz kapsamına alınan çalışmaların sabit ve rastgele etkiler modellerine ilişkin genel etki büyüklükleri Tablo 4. 36’da verilmiştir.

Tablo 4. 36. STEM Mesleklerine Yönelik İlgileri Değişkenine Ait Genel Etki Büyüklükleri

<i>Model</i>	<i>N</i>	<i>Standart Hedges's</i>	<i>%95 Güven</i>	<i>Z-değeri</i>	<i>p-değeri</i>		
		<i>Hata</i>	<i>g</i>	<i>aralığı</i>			
				<i>Alt Limit</i>	<i>Üst Limit</i>		
Sabit(Fixed)	8	0,095	0,957	0,771	1,143	10,087	0,000
Rastgele (Random)	8	0,290	1,317	0,749	1,884	4,545	0,000

Meta analiz ile elde edilen heterojenlik testi sonuçlarına göre genel etki büyüklüğünün hesaplanmasında kullanılacak olan model rastgele etkiler modeli olarak belirlenmiştir. Rastgele etkiler modeline ilişkin yapılan analizler sonucunda 0,290 standart hata ile genel etki büyüklüğüne ilişkin değer 1,317 olarak belirlenmiştir. Genel etki büyüklüğünün pozitif değere sahip olması bu etkinin STEM uygulamalarının deney gruplarının lehine sonuçlandığını göstermektedir. Ayrıca 4,545 olarak hesaplanan z değerinin, $p=0,000$ ile istatistiki anlamda anlamlı olduğu ile birlikte bu sonuçlar, fen eğitiminde STEM uygulamalarının öğrencilerin STEM mesleklerine yönelik ilgilerine güçlü düzeyde bir etkiye sahip olduğu şeklinde yorumlanabilir.

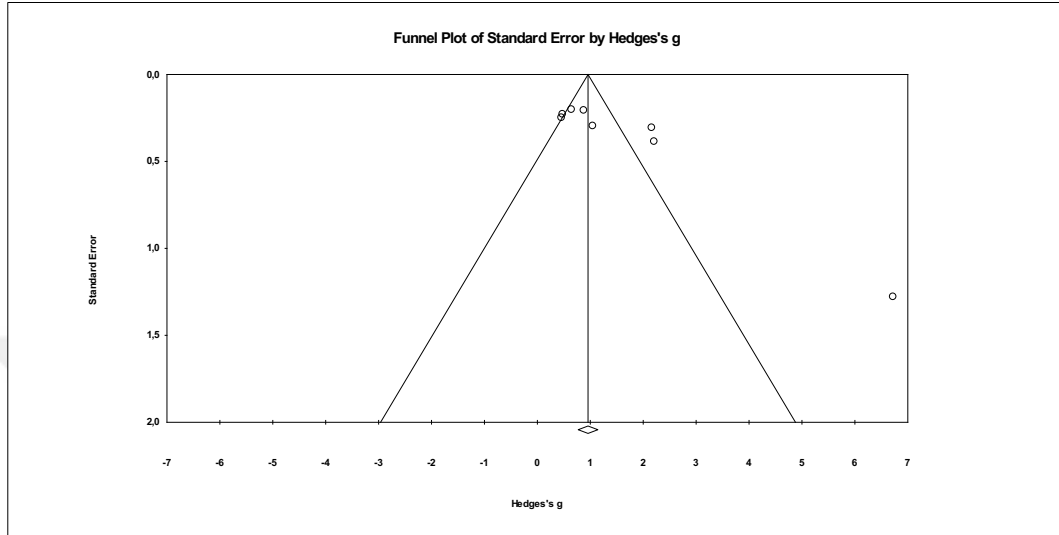
Çalışma kapsamında alınan ve STEM mesleklerine yönelik ilgilerini inceleyen araştırmaların Hedges'in g etki büyüklüğü değerlerine ilişkin dağılımı gösteren orman grafiği Şekil 4. 13' de verilmiştir.



Şekil 4. 13. STEM Mesleklerine Yönelik İlgilerini İnceleyen Çalışmaların Orman Grafiği

Şekil 4. 13 incelendiğinde, orman grafiğinde içi dolu kare şeklinde gösterilen kısımlar bireysel etki büyüklüklerini gösterir ve bu karelerin büyüklükleri örneklem sayıları ile doğru orantılıdır. Ayrıca karelerin içerisinden geçen yatay çizgiler çalışma aralıklarını ifade etmektedir. Orman grafiğinin skalası etki büyüklüğüne göre değiştirilebilir. Bir çalışmanın (Kara, 2021), Cohen ve diğ.'nin (2007) kriterlerine göre yüksek seviyede etki büyüklüğü değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Genel olarak etki büyüklükleri değeri 0-4 arasında yoğunlaşmıştır ve orman grafiğinde genel etki büyüklüğünü ifade eden eşkenar

dörtgenin pozitif ve 0-4 aralığında bir değer olduğu görülmektedir. Bu da Fen Eğitiminde STEM yaklaşımının öğrencilerin STEM Mesleklerine yönelik ilgileri üzerindeki etkisinin yüksek düzeyde olduğunu ifade etmektedir.



Şekil 4. 14. STEM Mesleklerine Yönelik İlgileri Değişkenine İlişkin Çalışmaların Funnel Diyagramı (Yayın Yanlılığı Grafiği)

Örneklem sayısı büyük olan çalışmalar genelde grafiğin üst kısmında ve genel etki büyüklüğü çevresinde toplanmaktadır ve örneklem sayısı küçük olan çalışmalar ise genelde huni grafiğinin alt kısmında yer almaktadır. Yayın yanlılığının olmaması için bireysel çalışmaların hepsinin huni çizgilerinin içerisinde ve simetrik biçimde saçılması beklenir ve huni dışına saçılmış çalışmalar ise yayın yanlılığına neden olabilmektedir. Yayın yanlılığı için diğer istatistiklere de bakmak gereklidir.

Tablo 4. 37. STEM Mesleklerine Yönelik İlgileri Değişkenine İlişkin Classic Fail-Safe N Analizi Bulguları

<i>Rosenthal'ın Koruma Sayısı Analizi</i>	<i>Değerler</i>
Z Değeri	11,655
p değeri	0,0000
Alfa Değeri	0,050
Alfa için Z Değeri	1,95996
N	8
Araştırmayı geçersiz kılacak araştırma sayısı	275

Tablo 4. 37 incelendiğinde gerçekleştirilen meta analiz çalışmasında belirlenen hata koruma sayısı (fail safe N) Rosenthal'in yöntemine göre 275 olarak hesaplanmıştır. Bu değer belirlenen $p=0,000$ 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 ve 8 çalışmanın verilerinden elde edilen bulguların ve anlamlılığın geçersiz sayılabilmesi için 275 tane anlamlı olmayan çalışmanın meta analize dahil edilmesi gerekmektedir. Bu sayı yüksek bir sayı olduğundan yapılan meta analiz araştırmasının güvenilir ve yayın yanlılığının düşük düzeyde olduğunu göstermektedir.

Tablo 4. 38. STEM Mesleklerine Yönelik İlgileri İnceleyen Begg ve Mazumdar Sıra Korelasyonları Bulguları

<i>Yanlılık Durumu</i>	<i>Değerler</i>
Kendall's S (P-Q)	18
Kendall's tau	0,64286
Tau için z değeri	2,22692
P	0,12980

Tablo 4. 38 incelendiğinde, çalışmaların yayın yanlılığına neden olmadığı belirlenmiştir (tau=2,226, $p>.0.05$).

Tablo 4. 39. STEM Mesleklerine Yönelik İlgileri İnceleyen Çalışmaların Egger Regresyon Analizi Bulguları

<i>Yanlılık Durumu</i>	<i>Değerler</i>
Kesen	6,59341
Standart hata	1,70841
%95 Alt Sınır	2,41307
%95 Üst Sınır	10,77374
t-değeri	3,85937
df	6
p Değeri(1-kuyruk)	0,14180
p Değeri(2-kuyruk)	0,18370

Egger Regresyon Testine göre p değerinin 0,05'ten büyük olması sıfır hipotezinin kabul edildiği anlamına gelir ve Egger Regresyon Testi sonuçlarına göre çift kuyruklu p değeri 0,00837 olarak hesaplanmıştır. Bu verilere bakılarak gerçekleştirilen meta analize dahil edilen çalışmalarda yayın yanlılığının olmadığı söylenebilir.

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

5.1. SONUÇLAR

Bu araştırma STEM yaklaşımına yönelik yayımlanmış olan 318 çalışmadan dahil edilme kriterlerini taşıyan 74 çalıştırmadan sağlanan etki büyüklükleri ile STEM uygulamalarının; öğrencilerin STEM'e yönelik tutumları, akademik başarıları ve STEM alanlarına ait mesleklere yönelik ilgilerindeki etkisi ve farklı çalışma karakteristiklerinin mevcut etkiyi ne şekilde farklılaştırdığına ilişkin veriler elde edilmiştir. Bu bölümde bahsedilen bulguların analiziyle elde edilen sonuçlar ve bu sonuçlar doğrultusunda geliştirilen önerilere yer verilmiştir.

5.1.1. Betimsel Verilere Ait Sonuç ve Tartışma

Fen eğitiminde STEM yaklaşımının öğrencilerin STEM'e yönelik tutumları, akademik başarıları ve STEM alanlarına ait mesleklere yönelik ilgilerine etkisini belirlemek amacıyla 2010-2022 yılları arasında yayımlanmış olan 187 yüksek lisans ve 20 doktora teziyle birlikte 109 makale ile toplam 318 çalışmaya erişilmiştir. Ancak dahil edilme kriterlerine uyan yüksek lisans, doktora tezi ve makale olmak üzere 74 çalışmadan elde edilen 86 veri araştırma kapsamına alınabilmiştir. Bu durum sonuçların genellenebilirliği açısından önemli görülmektedir. Ulaşılan yüksek lisans tezlerinin %32,62'si, doktora tezlerinin %70'i ve makalelerin % 11,92'si meta analize dahil edilmiştir.

Ulaşılan araştırmalardan 86 verinin sağlandığı ve meta analize dahil edilen 74 çalışma içerisinde ise 11' tanesi doktora tezi, 54 tanesi yüksek lisans tezi, ve 9 tanesi makale türüne aittir. Çalışmaya dahil edilen 74 çalışmanın %72,97'si yüksek lisans tezi, %14,86'si doktora tezi, %12,12'si ise makalelerden oluşmaktadır. STEM yaklaşımıyla ilgili yapılan çalışmaların büyük çoğunluğunun yüksek lisans tezi olduğu, doktora tezleri ile makalelerin sayısının yetersiz olduğu görülmektedir. Ancak nicel olarak literatürde doktora düzeyinde yapılan araştırmalar ile makalelerin yetersiz olduğu ve doktora düzeyinde tezlerle, makale türü çalışmaların yapılması gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Analize dahil edilen 74 çalışma içerisinde elde edilen 86 verinin 54'ü akademik başarı, 24'ü STEM tutum ve 8 çalışma ise STEM mesleklerine yönelik ilgi değişkenini inceleyen çalışmalardır. Akademik başarı değişkenini inceleyen çalışmalar tüm çalışmalara oranla %62,79, STEM tutum değişkenini inceleyen

alışmalar %27,90 ve STEM mesleklerine yönelik ilgiyi inceleyen çalışmalar %9,30'dur. STEM yaklaşımıyla tasarlanan Fen Bilimleri dersinde akademik başarıyı ölçen çalışma sayısının tüm çalışmalara oranla daha fazla olduğu görülmektedir. Literatürde STEM tutum değişkeni ile STEM mesleklerine yönelik ilgi değişkenini ölçen çalışmaların sayısı yeterli sayıda olmadığından meta analize dahil edilen çalışma sayısının az olduğu görülmektedir.

Yayın yılı açısından çalışmalar incelendiğinde STEM'in 2001 yılında ortaya çıkmasına rağmen, Türkiye'de bu konuda yapılan çalışmaların 2014 yılından sonra arttığı görülmektedir. Bu durumun olası bir açıklaması olarak, özellikle MEB (2016) STEM Raporu'nun yayınlanmasından ve MEB'in ğretim programlarında STEM'e yer vermesinden sonra STEM'e karşı bir ilginin arttığı düşünülebilir. Ayrıca 2018 yılında Fen Bilimleri dersi ğretim programının revize edilmesiyle "Fen Bilimleri, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamalarının" programa dahil edilmesinin de etkili olduğu düşünülebilir. Bulgular incelendiğinde özellikle 2016 yılından sonra giderek artan çalışmaların en sıklıkla 2019 yılında yayınlandığı görülmektedir. 2020 yılında ise çalışma sayısının daha az olduğu ve bu durumun olası bir nedeni ise 2020 yılında Türkiye'de ilk kez görülen Covid-19 salgını nedeniyle yapılacak çalışmaların yürütülmesi ya da yayınlanmasında sorunlarla karşılaşılmasına sebep olmuş olabilir.

STEM eğitimi ile ilgili yapılan çalışmaların büyük çoğunluğu deneysel ya da karma araştırma türünde çalışmalardır. Analize dahil edilen çalışmaların sınıf düzeyleri incelendiğinde en fazla çalışmanın 7. sınıf düzeyinde olduğu dikkat çekmektedir. Fen Bilimleri Dersi ğretim Programı incelendiğinde 7. sınıf müfredatında STEM etkinliklerinin düzenlenebilmesine elverişli farklı öğrenme alanlarında birçok ünite ve konunun bulunması sebebiyle, çalışmaların bu sınıf seviyesinde yoğunlaşmasına neden olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca etkinliklerin uygulanabilirliği açısından yedinci sınıf ğrencilerinin, beşinci ve altıncı sınıf öğrencilerine göre genel olarak daha fazla yeterli bir olgunluk seviyesinde olmaları, sekizinci sınıfa kıyasla ise Liselere Giriş Sınavı kaygısını daha az taşıdıkları düşünülmektedir. Sınıf düzeyi açısından en az tercih edilen sınıf düzeyinin beşinci sınıf olmasının olası nedenleri ise bu düzeydeki öğrencilerin özellikle ortaokul seviyesine yeni geçmeleri nedeniyle uyum sorunu yaşamaları ve etkinliklerin uygulanabilirliği açısından genel olarak yeterli bir olgunluk seviyesinde olmamaları olabilir.

Daşdemir ve diğerleri (2018) ise yaptıkları çalışmada yüksek lisans tezleri, doktora tezleri ve makaleleri incelemişlerdir. 2012-2017 yılları arasında ortaya konulan toplamda 51 araştırmaya ulaşmış ve bu çalışma ile uyumlu bir şekilde STEM ile ilgili çalışmaların artarak devam ettiğini belirlemişlerdir. Ayrıca araştırmaların en çok ortaokul öğrencileri ile yürütüldüğünü tespit etmişlerdir. Elmalı ve Kıyıcı (2017) ise 2013-2016 yıllarında ortaya konulan toplamda 35 makale ve lisansüstü araştırmayı yöntem ve konuları bakımından inceledikleri çalışmalarında bu çalışma ile uyumlu bir şekilde STEM ile ilgili çalışmaların artarak devam ettiğini belirlemişlerdir. Diğer çalışmalara benzer şekilde, çalışmaların büyük çoğunluğunun ortaokul öğrencileri ile yürütüldüğünü tespit etmişlerdir. Herdem ve Ünal (2018) ise yaptıkları çalışmada yurt içinde ve yurtdışında belirledikleri kriterlere uygun olarak ortaya konulan STEM ile ilgili ulaştıkları toplamda 38 araştırmayı incelemişlerdir. 2010-2017 yılları arasında ortaya konulan araştırmaların incelemesi sonucunda yine bu çalışma ile uyumlu olarak STEM ile ilgili çalışmaların genel olarak artış eğiliminde olduğunu belirlemişlerdir. Araştırma yaklaşımı olarak daha çok nicel yaklaşımın (n=21) kullanıldığını ve çalışmaların en fazla ortaokul öğrencileri (n=14) ile yürütüldüğünü belirlemişlerdir. İnceleme sonuçlarında bu çalışma ile benzer bir şekilde STEM'in akademik başarı üzerinde olumlu bir etkide bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Değerli (2021) STEM eğitiminin fen eğitimindeki etkililiği adlı çalışmasında gerçekleştirdiği betimsel analiz sonucunda ulaştığı çalışmaların büyük çoğunluğunun ortaokul düzeyinde ve 7. sınıf öğrencileriyle gerçekleştirildiğini, çalışmaların 2019 yılında yoğunlaştığı ve büyük çoğunluğunun yüksek lisans tezlerinden oluştuğunu belirtmiştir. 7. Sınıf öğrencileriyle gerçekleştirilen araştırmaların daha fazla olmasının bir nedeni de, bu sınıf düzeyinde Fen müfredatının daha yoğun aynı zamanda da STEM uygulamalarına daha elverişli olması olabilir.

5.1.2. Genel Etki Büyüklüklerine Ait Sonuç ve Tartışma

Meta-analize dahil edilen 74 çalışmanın kategorik tanımlayıcı özellikleri incelendiğinde; yayın yıllarına göre 2019, yayın türlerine göre yüksek lisans tezi ve sınıf düzeyi 7. sınıf düzeyi, en fazla çalışılan değişkenler olarak belirlenmiştir. Araştırmaya dâhil edilen çalışmalarda yayın yanlılığı olup olmadığını

belirleyebilmek için “Huni Saçılım Grafiği” ve “Orwin Korumalı N Sayısı” istatistikleri kullanılmıştır. Bu istatistik sonuçlarına göre yayın yanlılığının düşük düzeyde olduğu ve etki büyüklüğü sınıflandırmasını değiştirebilecek düzeyde olmadığı görülmüştür.

Araştırma kapsamında STEM yaklaşımının etkililiğini belirlemek amacıyla, belirlenmiş olan üç bağımlı değişkene yönelik genel etki büyüklüğü değerleri belirlenmiştir. Meta-analizde yer alan bireysel araştırmaların; yayın türleri, katılımcıların öğrenim seviyeleri, örneklem büyüklüğü gibi farklı değişkenler açısından farklılık göstermeleri ve benzer evren parametrelerini benimsemelerinden dolayı genel etki büyüklüğü değerlerinin belirlenebilmesi için rastgele etkiler modelinden yararlanılmıştır. STEM uygulamalarının; öğrencilerin akademik başarısı ($g=1,330$), STEM’e yönelik tutumları ($g=0,926$) ve STEM Mesleklerine yönelik ilgileri üzerindeki ($g=1,317$) genel etki büyüklüğü değerlerinin tamamının olumlu düzeyde olduğu belirlenmiştir. İfade edilen bulgu, işlem etkisinin kontrol grubuna kıyasla deney grubu lehine olduğunu ve STEM eğitiminin geleneksel öğretim stratejilerine kıyasla daha fazla etki ettiğini göstermektedir.

Akademik başarıya ilişkin 54 farklı bireysel etki büyüklüğü değerinin bir araya getirilmesiyle elde edilen genel etki büyüklüğü 1,330 olarak hesaplanmıştır. Cohen ve diğ.’nin (2007) sınıflandırması referans alındığında, genel etki büyüklüğünün güçlü düzeyde olduğu, STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarı düzeylerini geleneksel öğretim stratejilerine göre daha fazla olumlu yönde etkilediğini göstermektedir.

STEM uygulamalarının öğrencilerin STEM’e ilişkin tutumlarına etkisini tespit etmek amacıyla, hesaplanmış olan 24 bireysel etki büyüklüğü değerinin bir araya getirilmesiyle belirlenen genel etki büyüklüğü $g=0,926$ olarak hesaplanmıştır. Cohen ve diğ.’nin (2007) sınıflandırması referans alındığında, genel etki büyüklüğünün orta düzeyde olduğu, STEM yaklaşımının öğrencilerin STEM’e ilişkin tutumlarını geleneksel öğretim stratejilerine göre olumlu yönde daha fazla etkilediğini göstermektedir. Keleş (2019)’in yapmış olduğu çalışmada, STEM’e yönelik tutum ölçeği aracılığı ile elde ettiği verilerin analizi sonucunda, son test puanları lehine anlamlı düzeyde farklılık bulunduğu belirlenmiştir. Bu araştırma, mühendislik tasarım sürecine uygun şekilde hazırlanmış olan STEM

uygulamalarının öğrencilerin STEM'e ilişkin tutumlarını pozitif yönde etkilediği şeklindeki sonuçları ile çalışmanın görüşlerini destekler niteliktedir.

Bu çalışmada ve konuya ilişkin gerçekleştirilmiş olan diğer meta-analizlerin bulguları, STEM uygulamalarının STEM tutumlarına ilişkin etki büyüklüğü değerlerinin akademik başarıya ilişkin etki büyüklüğünden daha düşük düzeyde olduğunu göstermektedir. STEM eğitimi, STEM'e ilişkin pozitif tutum geliştirme ve akademik başarıyı destekleme hedeflerini benimsemektedir. Bununla birlikte tutum üzerine çalışan araştırmacılar, bazı tutumların değişime karşı direnç gösterdiği konusunda orta görüşe sahiplerdir (Prislin ve Crano, 2008). Tutumların değişebilmesi zaman gerektirmektedir (Siegel ve Ranney, 2003). Mevcut araştırma kapsamında analiz edilen 24 bireysel çalışmanın 20'sinde (%83,33) uygulama sürecinin 8 haftadan daha kısa süreli olması, öğrencilerin ilgili derse ilişkin olumlu tutum geliştirebilmesi açısından yeterli görülmemektedir. Dolayısıyla orta düzeyde bir etki büyüklüğü açığa çıkmış olabilir.

STEM uygulamalarının STEM mesleklerine yönelik ilgilerine olan etkisini tespit edebilmek amacıyla 8 bireysel etki büyüklüğünün bir araya getirilmesiyle belirlenen genel etki büyüklüğü 1,317 olarak belirlenmiştir. Cohen ve diğ.'nin (2007) sınıflandırması referans alındığında, genel etki büyüklüğünün güçlü düzeyde olduğu, STEM uygulamalarının öğrencilerin STEM alanlarına ilişkin mesleklere yönelik ilgi düzeylerini geleneksel öğretim stratejilerine göre daha fazla olumlu yönde etkilediğini göstermektedir.

Çiftçi (2018)'nin çalışmasında STEM etkinliklerinin uygulanmasından önce öğrencilerin çok azı (%18) fen bilgisi öğretmenliği, matematik öğretmenliği, bilim insanı ve bilgisayar mühendisliği gibi STEM mesleklerine yönelirken, öğrencilerin geneli (%82) doktor, hakim, polis, sosyal bilgiler öğretmenliği gibi STEM alanları dışarısında kalan mesleklere yönelmiş ancak STEM uygulamaları gerçekleştirildikten sonra öğrencilerin bir kısmı (%42) bilgisayar mühendisliği, iç mimarlık, yapı mühendisliği, makine mühendisliği, inşaat mühendisliği gibi STEM mesleklerini tercih ederken, öğrencilerin büyük çoğunluğu (%58) pilot, savcı, veteriner gibi STEM dışı mesleklere yönelmiştir. Araştırmanın ön test ve son test puanları analiz sonuçları yorumlandığında, gerçekleştirilen STEM uygulamalarının öğrencilerin kariyer planlamalarında ve STEM mesleklerine yönelmelerinde anlamlı düzeyde artış söz konusudur. Çalışma STEM

etkinlikleriyle gerçekleştirilen Fen eğitiminin öğrencilerin STEM mesleklerine yönelik ilgilerini artırdığını destekler niteliktedir.

5.1.3. Akademik Başarı Değişkenine Ait Sonuç ve Tartışma

STEM uygulamalarının fene ilişkin akademik başarıya etkisini araştıran ve meta analizde kullanılan çalışmalara bakıldığında 7 (%12,96) doktora tezi, 38 (%70,37) yüksek lisans tezi, ve 9 (%16,66) makale çalışma kapsamına alınmıştır. Bu çalışmaların oranlarına bakıldığında akademik başarı değişkeni kapsamında yapılmış yüksek lisans tezlerinin %70,37 oranında olduğu görülmektedir. Meta analiz çalışmalarında araştırma kapsamına alınacak nitelikli verilerin fazla olması analiz sonucunda varılan genel etki büyüklüğünün daha doğru olmasını sağlayacağından STEM uygulamalarının Fen eğitiminde akademik başarıya ilişkin etkililiğini ortaya koymak açısından önemlidir. Bu bakımdan STEM yaklaşımına ilişkin ortaokul düzeyinde doktora tezi ve makale çalışmalarının yapılması gereksinimi ortaya çıkmıştır. Yapılan çalışmalarda çoğunlukla tek deney ve kontrol grubu ve bir alanda başarı testi kullanıldığı göze çarpmaktadır. Bunun yanı sıra başarı değişkenini inceleyen 54 tezin çoğunluğunun 2019 yılında gerçekleştirildiği görülmektedir. Bu da son zamanlarda STEM eğitime olan ilginin arttığını ve 2018 yılında yenilenip 2019 yılında revize edilen Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programındaki “*Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları*” öğrenme alanının son derece etkili olduğunu düşündürmektedir.

Araştırma kapsamına alınan ve akademik başarı değişkenini inceleyen çalışmaların, örneklem sayıları ve sınıf seviyeleri incelendiğinde tüm çalışmaların verilerinden elde edilen örneklem sayısının 2624 kişiden oluştuğu ve çalışma başına ortalama olarak 48 öğrenciye tekabül ettiği gözlemlenmiştir. Analize dahil edilen çalışmalar nicel yaklaşım ile gerçekleştirilmiş deneysel çalışmalar olmasından ötürü örneklem büyüklüğünün ortalama olarak 48 öğrenci olması beklenen bir durum olmakla birlikte; bunun nedeni olarak uygulama yapılırken genellikle deney ve kontrol grubu olarak seçilmiş olmalarının etkili olduğu düşünülmektedir. Araştırma kapsamına alınan çalışmaların büyük bir bölümünün 7. sınıf öğrencilerinden oluştuğu görülmektedir.

STEM etkinliklerinin Fen Bilimleri dersinde akademik başarı üzerindeki etkisini test etmek amacıyla yürütülen meta-analiz çalışmasında dahil edilme kriterlerine uygun olan 54 çalışmadan alınan veriler CMA programı kullanılarak

analiz edilmiş, bireysel ve genel etki büyüklükleri hedges'g ile hesaplanmıştır. Çalışmada elde edilen heterojenlik testi sonucunda Q değerinin χ^2 tablosundaki kritik değerden yüksek olduğu dolayısıyla, çalışmaların heterojen bir yapıya sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu bağlamda hesaplamalar rastgele etkiler modeline göre yapılmıştır. Yapılan meta-analiz sonucunda Rastgele Etkiler Modeli'ne göre %95 güven aralığında genel etki büyüklüğü 1,330 olarak tespit edilmiştir. Bu doğrultuda hesaplanan etki büyüklüğü değerinin, Cohen ve diğ.'nin (2007) sınıflandırmasına göre güçlü düzeyde olduğu söylenebilir. Başka bir deyişle STEM etkinliklerinin Fen Bilimleri dersinde öğrencilerin akademik başarılarını artırmada etkili olduğu söylenebilir. STEM etkinlikleri kullanımının, sürecin çoğunda öğrencilerin aktif olmaları, çok sayıda deneme yapmaları ve tasarım ortaya koymaları (Dedetürk vd., 2019); eleştirel düşünme, problem çözme, yaratıcılık, planlama ve değerlendirme gibi becerilerin gelişmesini sağlamasından (Gündüz-Bahadır ve Özay-Köse, 2021) dolayı böyle bir sonucun ortaya çıkmasına neden olduğu düşünülebilir.

Ademoğlu (2021), STEM eğitiminin geleneksel yöntemlere göre öğrencilerin akademik başarıları üzerindeki etkisini araştırdığı çalışmada, ulaştığı 28 çalışmaya uyguladığı meta-analiz sonucunda, genel etki büyüklüğü değerini 1,010 (%95 güven aralığı) olarak hesaplamıştır. Bu değer Cohen ve diğ.'nin (2007) sınıflandırmasına göre büyük etki düzeyine tekabül etmektedir. Çalışmasının STEM eğitiminin önemini ortaya koyduğunu ve bu yüzden öğretmen ve öğretmen adayları, fen bilgisi derslerini işlerken, STEM eğitime yönelik etkinlikleri daha sık kullanarak ders içeriklerini zenginleştirme konusunda teşvik edilmesi gerektiğini belirtmiştir.

Saraç (2018) yaptığı meta analiz çalışmada STEM eğitimi uygulamalarının öğrencilerin akademik başarıları üzerindeki etkisinin incelendiği 27 bireysel verinin 25'inin olumlu, 2'sinin olumsuz bir etkiye sahip olduğunu belirtmiştir. Bunun yanısıra genel etki düzeyini 0,442 olarak hesaplamış ve bu etkinin orta düzeyde olduğunu, uygulanan STEM eğitimi uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarını olumlu anlamda etkilediği sonucuna ulaşmıştır.

Yüceyiğit ve Toker'in (2020) Erken Çocukluk Eğitimi STEM çalışmaları üzerine yaptığı meta analiz çalışmada, 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.

Değerli (2021), STEM yaklaşımının öğrencilerin akademik başarıları üzerindeki etkisini inceleyen 31 yüksek lisans, 3 doktora olmak üzere toplamda 34 çalışma araştırma kapsamına almış ve yapılan analizler sonucunda genel etki büyüklüğünü 1,420 olarak hesaplamış olup bu bulgudan yola çıkılarak fen eğitiminde STEM yaklaşımının öğrencilerin akademik başarı düzeylerini pozitif ve geniş yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

Ayverdi ve Öz Aydın'ın (2020) çalışmasında, ülkemizde ve yurtdışında yapılan STEM araştırmaları karşılaştırılarak, STEM eğitiminin akademik başarıya etkisine bakılmıştır. Yapılan araştırmada 38 çalışma incelenmiş, ülkemizde yapılan çalışmalardan analiz edilen verilerde hesaplanan bireysel etki büyüklüklerinin orta ve geniş düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Yurtdışında yapılan çalışmaların etki büyüklükleri de genellikle küçük ve geniş olarak hesaplanmış ve söz konusu araştırmaların STEM uygulamalarının Fen Eğitiminde akademik başarı üzerindeki etkisindeki bulgular ile nispeten örtüştüğü görülmektedir.

Rosenthal yönteminde, yer alan N istatistikleri ile ortalama etki büyüklüğünü yani ortalama ilişkiyi geçersiz kılmak için gerekli çalışma sayısı hesaplanmaktadır. Bu sayı görece küçükse, gerçekten endişelenecek bir neden vardır (Şen ve Yıldırım, 2020). Bununla birlikte bu sayı büyükse, bazı çalışmaların dışlanmasıyla muhtemelen şişirilmiş olsa da ortalama ilişkinin ya da deney etkisinin sıfır olmadığından emin olabiliriz. Çalışmada yayın yanlılığı ile ilgili gerçekleştirilen analizlerde, meta-analiz yöntemi ile birleştirilen 54 çalışmanın anlamlılık düzeyini ortadan kaldıracak 1729 çalışmaya ihtiyaç duyulduğunu (Rosenthal Yöntemi) ve bu sayıya ulaşmanın imkânsız olması da analiz sonuçlarından elde edilen bulguların güvenilir olduğunu göstermektedir.

Yayın yanlılığını belirlemek için yapılan diğer analizlerde ise, 0,369 olarak hesaplanan tau değeri $p > 0.05$ değerine göre ve Egger regresyon analizleri neticesinde yayım yanlılığının olmadığı görülmektedir. Yayın yanlılığı ile ilgili önemli durumlardan biri de meta-analizde istatistiksel olarak anlamlı olmayan bazı çalışmaların eksik olması ve bu çalışmaların dahil edilmesi halinde, gözlemlenen etkinin geçersiz kılınacağıdır.

5.1.4. Akademik Başarı Değişkeninin Moderatör Analizine İlişkin

Sonuç ve Tartışma

Akademik başarıya ilişkin için genel etki büyüklüğünün belirlenmesi sonrasında, genel etki büyüklüğü değerini etkileyebileceği düşünülen 3 farklı çalışma karakteristiğine yönelik moderatör analizleri yapılmıştır.

Araştırma kapsamına alınan çalışmaların 10 tanesi 5. Sınıf seviyesinde, 10 tanesi 6. sınıf seviyesinde, 22 tanesi 7. sınıf seviyesinde ve 12 tanesi 8. sınıf seviyesinde öğrenim gören grup ile çalışılmıştır. Heterojenlik test sonuçlarına göre grup içi ve gruplar arası heterojendir. STEM uygulamalarının Fen eğitimindeki etkililiği sınıf düzeyine göre farklılık göstermektedir. En büyük etki değeri 1,541 ile 7. sınıf seviyesinde, en düşük etki değeri ise 0,848 ile 5. sınıf seviyesindedir. Ancak etki büyüklüğü değerleri Cohen ve diğ.'nin (2007) skalasına göre değerlendirildiğinde tüm sınıf seviyelerinde geniş düzeyde olduğu görülmektedir.

Araştırma kapsamına alınan yayınların türüne göre, 38 tanesi Yüksek lisans tezi, 7 tanesi doktora tezi ve 9 tanesi makaleden oluşmaktadır. Heterojenlik test sonuçlarına göre grup içi ve gruplar arası heterojendir. Yayın türüne ilişkin moderatörde Rastgele (Random) Etkiler Modeline göre Yüksek Lisans tezi olarak yapılan çalışmaların etki büyüklüğü en büyük etki büyüklüğüne sahip olup değeri 0,637 olarak hesaplanmıştır. 0,542 etki büyüklüğü ile ikinci sırada doktora tezleri gelmektedir. Son olarak ise en küçük etki büyüklüğü 0,466 ile makale türü çalışmalardadır. Cohen ve diğ.'nin (2007) skalasına göre Yüksek Lisans türündeki yayınların etki büyüklüğü orta düzeyde iken, diğer yayınların etki büyüklüğü değerleri zayıf düzeyde etki büyüklüğüne karşılık gelmektedir.

Araştırma kapsamına alınan yayınların örneklem büyüklüğüne ilişkin moderatörde Rastgele (Random) Etkiler Modeline göre örneklem sayısı 30 ve 30'dan fazla olan çalışmaların etki büyüklüğü en büyük etki büyüklüğüne sahip olup değeri 1,383 olarak hesaplanmıştır. Örneklem sayısı 30'dan az olan çalışmaların etki büyüklüğü ise 1,055 olarak belirenmiştir. Cohen ve diğ.'nin (2007) skalasına göre örneklem sayıları moderatörüne göre hesaplanan etki büyüklükleri geniş düzeyde etki büyüklüğüne karşılık gelmektedir. STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarıya ilişkin etki büyüklüğü değerlerini oluşturan örneklem büyüklüğü moderatörüne göre anlamlı düzeyde farklılaştığı ve örneklem sayısı 30 ve 30'dan fazla olan çalışmalarda akademik başarının,

örneklem sayısı 30'dan az olan çalışmalara kıyasla daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

5.1.5. STEM Tutum Değişkenine Ait Sonuç Ve Tartışma

STEM Tutum değişkenine ilişkin betimleyici istatistikler incelendiğinde STEM uygulamalarının öğrencilerin STEM tutumları üzerindeki etkisini inceleyen 24 çalışmanın %79,16'sı yüksek lisans tezlerinden oluşmaktadır. Konuyla ilgili olarak meta-analize dahil edilen 3 doktora tezi ve 2 makale yer almaktadır. Meta analiz çalışmalarında araştırma kapsamına alınacak nitelikli verilerin fazla olması analiz sonucunda varılan genel etki büyüklüğü daha doğru olmasını sağlayacağından STEM uygulamalarının öğrencilerin STEM tutumlarına ilişkin etkililiğini ortaya koymak açısından büyük önem arz etmektedir. Bu nedenle STEM yaklaşımına ilişkin doktora düzeyinde çalışmalar ile makalelerin yapılması gereksinimi ortaya çıkmıştır. 2019 yılında yazılmış olan tezler bütünü %50'sini oluştururken, %58,33 oranında toplam 18 çalışmanın 7. sınıf seviyesindeki öğrenciler ile çalışıldığı gözlemlenmiştir. Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı incelendiğinde "*Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik Uygulamaları*" adı altında öğrencilerin bilimsel süreç becerileri temelinde bir ürün ortaya çıkarmaları beklenmektedir. 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 çıkarılan ürün, başarı duygusunu tatmasını sağlayacaktır. Böylelikle öğrencilerin STEM tutumlarının olumlu bir şekilde yükselmesi beklenen bir sonuç olacaktır.

Rastgele etkiler modeline ilişkin yapılan analizler sonucunda 0,177 standart hata ile genel etki büyüklüğü değeri 0,926 olarak belirlenmiştir. Etki büyüklüğünün %95 anlamlılık düzeyinde 0,579 alt ve 1,273 üst limite sahip olduğu görülmektedir ve genel etki büyüklüğünün pozitif değere sahip olması bu etkinin STEM yaklaşımı kullanılan deney gruplarının lehine olduğunu göstermektedir. Ayrıca 5,231 olarak hesaplanan z değerinin, $p=0,000$ ile istatistiki anlamda anlamlı olduğu belirlenmiştir ve p değerinin 0,05 değerinden küçük olması gruplar arasında anlamlı bir farklılık olduğunu göstermektedir. Bu doğrultuda elde edilen bulgulara göre fen eğitiminde STEM yaklaşımının

öğrencilerin STEM tutumlarını geliştirmesi yönünde olumlu ve geniş düzeyde bir etkiye sahip olduğu yorumu yapılabilir.

Meta analiz yöntemi ile birleştirilen 24 çalışmanın anlamlılık düzeyini ortadan kaldıracak 1330 çalışmaya ihtiyaç duyulması (Rosenthal Yöntemi) ile bu sayıya ulaşmanın imkânsız olması ve Egger Regresyon Testi sonuçlarına göre çift kuyruklu p değeri 0,00003 olarak hesaplanmış olması dolayısıyla yayın yanlılığına rastlanmamaktadır. Yayın yanlılığı analizleri neticesinde analiz sonuçlarından elde edilen bulguların güvenilir olduğu söylenebilir.

İnançlı (2020), çalışmasında ortaokul öğrencilerinin STEM'e yönelik tutum ölçeğinden aldıkları puana bakmıştır. 21. yüzyıl becerileri, matematik, fen, mühendislik ve teknoloji tutumu alt boyutlarına verilen puanların ortalamasını sırasıyla 4,221; 3,78; 4,12; ve 4,15 olarak hesaplamıştır. Elde edilen ortalamalar dikkate alındığında öğrencilerin 21. yy becerileri tutumlarının çok yüksek, matematik, fen ve mühendislik tutumlarının ise yüksek düzeyde olduğunu belirlemiştir.

Kahraman ve Doğan'ın (2020) yaptığı çalışmada, ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin STEM uygulamalarının öğrencilerin motivasyonlarını olumlu düzeyde etkilediği vurgulanmaktadır.

Dedetürk, Kırmızıgül ve Kaya'nın (2019) yaptığı çalışmada, mühendislik tasarım sürecinde STEM etkinliklerini kullanarak öğrencilerin bilimsel bilgileri sentezleyerek, yaparak yaşayarak, problem çözme becerisi kullanarak belirli gruplar halinde ortaya bir tasarım ürünü çıkardıkları ve işbirlikli çalışma sonucunda motivasyonlarının arttığı vurgulanmıştır.

Tüm bu çalışmalar araştırmanın STEM uygulamaların öğrencilerin STEM tutumları üzerindeki olumlu etkisi olduğunu destekler niteliktedir.

5.1.6. STEM Tutum Değişkeninin Moderatör Analizine İlişkin

Sonuç ve Tartışma

STEM'e ilişkin tutuma yönelik genel etki büyüklüğünün belirlenmesi sonrasında, genel etki büyüklüğünü etkileyebileceği düşünülen sınıf düzeyi değişkenine yönelik moderatör analizi yapılmıştır. Yapılan analiz sonucunda STEM etkinlikleriyle gerçekleştirilen Fen eğitiminin STEM tutumları üzerindeki etkisinin sınıf düzeyine göre farklılaştığı söylenebilir ($p=0,000$). Verilerin analizi sonucuna araştırmacıların gerçekleştirmiş olduğu çalışmaların 5.sınıf düzeyine ait

ortalama etki büyüklüğü değeri ($g=1,959$), 6.sınıf düzeyinde gerçekleştirilen çalışmaların ortalama etki büyüklüğü değerinden ($g=1,510$) daha yüksektir. Dolayısıyla STEM etkinlikleriyle gerçekleştirilen Fen eğitiminde, öğrencilerin STEM tutumlarının değişimini araştıran çalışmalarda özellikle 5. Sınıflarla yapılan çalışmalarda etki büyüklüğünün daha yüksek çıkması, öğrencilerin yaş düzeyi bakımından daha kolay duygu değiştirme yoluna gitmeleri olduğu düşünülmektedir. Bu sonuç, Mahoney (2009), Unfried, Faber, Stanhope ve Wiebe, (2015), Lamb, Akmal ve Petrie (2015) yaptığı çalışmaların sonucuyla da örtüşmektedir ve TIMSS 2015 sınav sonuçlarına göre de açıklanabilir. Sınav sonuçlarına göre, 4. sınıf öğrencilerinin %79 oranında matematik öğrenmeyi çok sevdikleri ifadesiyle Türkiye ilk sırada yer alırken, fen öğrenmeyi çok seviyorum ifadesiyle %81 oranıyla ikinci sırada yer almaktadır. Ancak bu oranlar 8. sınıf düzeyinde azalmaktadır ve 8 sınıflarda sınava katılan öğrencilerimiz, % 52 oranında fen öğrenmekten çok hoşlanırım ifadesini kullanmışlar. Listede bu ifadeyle 3. sırada yer alırken, matematik öğrenmekten çok hoşlanırım ifadesi %28 oranında kullanmış ve bu ifadeyle Türkiye 11. sırada yer almıştır (TIMSS, 2016)

Aynı şekilde tutumların daha uzun sürede değişebileceği özelliği düşünüldüğünde de yayın türü bakımından doktora tezlerinin deney süresinin uzun olmasından dolayı bu çalışmaların tutumu değiştirmede daha etkili olduğu etki büyüklüğü analiziyle ortaya konulmuştur. Öğrencilerin derse yönelik olumlu tutumlar gerçekleştirebilmesi için, tutumlarla ilgili yapılan çalışmaların uygulama süresinin uzun tutulması gerektiği bilindiğinden bu sonuç beklenen bir durumdur. Cohen ve diğ.'nin (2007) sınıflamasına göre, 7.sınıf düzeyinde orta düzeyde bir etki büyüklüğü hesaplanırken, 8.sınıflarda ise yüksek düzeyde etki büyüklüğü gözlenmiştir.

5.1.7. STEM Mesleklerine Yönelik İlgilerine Ait Sonuç ve Tartışma

STEM uygulamalarının öğrencilerin STEM mesleklerine yönelik ilgilerine olan etkisine ilişkin yapılan meta analiz çalışmasında dahil edilme kriterlerine uyan 8 çalışmadan elde edilen verilerin bireysel ve genel etki büyüklükleri hesaplanarak yayın yanlılığına bakılmıştır. Meta-analize dahil edilen çalışmalara bakıldığında 8 çalışmanın 4'ünün yüksek lisans tezi, diğer 4'ünün ise doktora tezi olduğu, konuyla ilgili çalışılmış makale olmadığı, çalışmaların özellikle 2021 yılında yoğunlaştığı ve diğer yıllarda fazla çalışmaya rastlanmadığı, sınıf düzeyi olarak da yine özellikle 7.sınıflarla çalışıldığı görülmektedir. Sonuç olarak STEM

mesleklerine yönelik ilginin tespit edilmesi için yapılan çalışmaların azlığından dolayı sadece genel etki büyüklüklerine bakılmış, moderatör analizine gerek duyulmamıştır. STEM mesleklerini tercih etmede etkili olabileceği düşünülen bu konunun araştırmacılar tarafından daha fazla incelenmesi ve çalışılması gerektiği anlaşılmaktadır. Araştırmanın her değişkeninde olduğu gibi öncelikle heterojenlik analizleri gerçekleştirilmiş olup ardından etki büyüklüğü yorumlaması yapabilmek için model seçimi gerçekleştirilmiştir. Rastgele etkiler modeline ilişkin yapılan analizler neticesinde 0,290 standart hata ile genel etki büyüklüğü değeri 1,317 olarak belirlenmiştir. Belirlenen değer, Cohen ve diğ.'nin (2007) skalasına göre yüksek seviyede bir etkidir. Etki büyüklüğünün %95 anlamlılık düzeyinde 0,749 alt ve 1,184 üst limite sahip olduğu görülmektedir. Genel etki büyüklüğünün pozitif değere sahip olması bu etkinin STEM yaklaşımı kullanılan deney gruplarının lehine olduğunu ifade etmektedir. Ayrıca 4,545 olarak hesaplanan z değerinin, $p=0,000$ ile istatistiki anlamda anlamlı olduğu belirlenmiştir. P değerinin 0,05 değerinden daha düşük olması gruplar arasında anlamlı bir farklılık olduğu sonucunu çıkarmaktadır. Bu doğrultuda elde edilen bulgulara göre STEM uygulamalarıyla gerçekleştirilen fen eğitiminin öğrencilerin STEM mesleklerine yönelik ilgilerinde olumlu bir etkiye sahip olduğu yorumu yapılabilir.

Yayın yanlılığına yönelik olarak, gerçekleştirilen meta-analiz çalışması sonucunda hata koruma sayısı (fail safe N) Rosenthal'in yöntemine göre 275 olarak hesaplanmıştır. Bu değer belirlenen $p=0,000$ anlamlılık düzeyinin; $p>0,05$ değerine yükseltilebilmesi yani anlamlılığın ortadan kaldırılabilmesi için etki büyüklüğü değeri "0" olan ve meta analize dahil edilmesi gereken çalışma sayısını ifade etmektedir ve bu 8 çalışmanın verilerinden yapılan meta analiz çalışmasından elde edilen bulguların ve anlamlılığın geçersiz sayılabilmesi için 275 tane anlamlı olmayan çalışmanın meta analize dahil edilmesi gerekmektedir. Bu sayı yüksek bir sayı olduğundan yapılan meta analiz çalışmasının güvenilir olduğunu ve yayın yanlılığının düşük düzeyde olduğu ifade edilebilir.

Karakaya (2017) çalışmasında, ortaokul öğrencilerinin STEM alanlarına ilişkin mesleklere yönelik ilgi düzeylerini araştırmıştır. Verilerin analizi, öğrencilerin teknolojiye karşı yüksek düzeyde ilgilerinin olduğunu, buna karşın mühendisliğe karşı ilgilerinin düşük olduğunu göstermektedir. STEM alanlarına

ilişkin mesleklere yönelik ilgi düzeyin ortalama seviyenin üzerinde olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Christensen ve Knezek (2017) ortaokul öğrencileri ile yapmış oldukları çalışmada, STEM eğitimi ile kariyer planlama arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Elde edilen veriler, öğrencilerin %64'ünün STEM alanlarına ilişkin pozitif yönde ilgilerinin olduğuna işaret etmektedir.

Shahali ve arkadaşları (2017) yapmış oldukları çalışmada, STEM mühendislik tasarımı göre yapılandırılmış STEM eğitiminin öğrencilerin STEM'e ilişkin tutumlarını araştırmıştır. Verilerin analizi sonucunda STEM mühendislik tasarımı temelli eğitimin STEM alanlarına ilişkin mesleklere yönelik ilgi ve STEM'e ilişkin tutumun pozitif yönde arttığı belirlenmiştir. Dabney ve arkadaşları (2012) yapmış oldukları çalışmada, üniversitelerde STEM alanlarına yönelik mesleklerde eğitim alan öğrencilerin ortaokul düzeyinde bu mesleklere karşı yüksek düzeyde ilgiye sahip oldukları tespit edilmiştir. Bu sonuçlar çalışmanın sonuçlarını desteklemektedir.

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 uygulamalarının akademik başarı ve STEM mesleklerine yönelik ilgileri üzerindeki etki büyüklüğü değeri geniş düzeyde, anlamlı ve pozitiftir, STEM'e yönelik tutumları üzerindeki etki büyüklüğü ise orta düzeyde anlamlı ve pozitiftir. Dolayısıyla fen eğitiminde STEM uygulamalarının oldukça etkili olduğu söylenebilir.

6.ÖNERİLER

6. 1. Araştırmacılara Yönelik Öneriler

1. Meta analizde yer alan çalışmalar yayın türlerine göre incelendiğinde, özellikle makale sayılarının çok az olduğu belirlenmiştir. Fen Bilimlerinde STEM uygulamalarını konu alan makalelere ağırlık verilmelidir.
2. Araştırmaya dahil edilen çalışmalar incelendiğinde öğrencilerin STEM mesleklerine yönelik ilgilerini belirlemek için yapılmış tez ya da makale sayısının yeterli olmadığı özellikle de nitel çalışmaların nicel çalışmalara oranla daha fazla olduğu görülmüştür.
3. Yürütülen araştırmada Ortaokul Öğrencilerinin STEM uygulamalarıyla gerçekleştirilen Fen Bilimleri dersi akademik başarıları yönünden olumlu etkiye sahip olduğunun belirlenmesi öğretmenler ve eğitimcilerin kendi sınıf uygulamalarında yol gösterici olabilir. Geleneksel yaklaşımlar yerine STEM etkinlikleriyle ders işlemek tercih edilebilir.
4. Yürütülen araştırmada STEM uygulamalarının öğrencilerin STEM tutumlarına olan etkisinin istenilen düzeyde olması, bu uygulamaların öğrenciler açısından daha yararlı olacağı düşündürmektedir.
5. Yürütülen araştırmada etkili olduğu belirlenen deney grubunda uygulanan yöntem ve yaklaşımın akademik başarıyı artırmada kontrol grubunda uygulanan yöntemlere ya da yaklaşımlara göre etkili olup olduğu belirlenebilir.
6. Yürütülen araştırmada ulusal lisansüstü tezler ve makaleler analiz edildiğinden daha sonraki çalışmalarda ilgili yurt dışında yayınlanmış makalelere de yer verilebilir.
7. Çalışmalardaki verilerin sunulmasında bir standart olmayışı araştırmacıların işini zorlaştırabilir. Bu nedenle araştırmacıların yaptıkları çalışmalarda istatistiksel verilere daha sistematik ve tam bir biçimde yer vermesi konusunda gerekli hassasiyeti göstermeleri önerilmektedir.
8. Daha sonraki çalışmalarda Fen Bilimleri dersinde kullanılan diğer uygulamaların etkisi analiz edilerek uygulamalar arasında kıyaslamalar yapılabilir.
9. Yürütülen çalışmada sadece fen bilimleri dersine yönelik yapılmış çalışmalar araştırma kapsamına alınmıştır ve STEM yaklaşımı yapısı itibarıyla birçok

disiplin ile doğrudan ilişkili olan bir yaklaşım olduğundan birçok alanda meta analiz çalışması gerçekleştirilebilir. Araştırma içerisinde STEM'e ilişkin tutum, akademik başarı ve STEM alanlarına ilişkin mesleklere yönelik ilgi değişkenleri incelenmiştir. Bunun dışında motivasyon, kavramsal anlama, bilimsel süreç becerileri, kalıcılık gibi değişkenlerin de göz önünde bulundurulduğu çalışmalar gerçekleştirilebilir.

10. Meta analize dahil edilen çalışmalarda araştırmacıların daha çok nitel çalışmalar yaptıkları gözlemlenmiştir. Bu nedenle diğer deneysel çalışmaların sayısı artırılabilir.

11. Araştırma kapsamına alınan tezlerin çoğu yüksek lisans tezinden oluşmakta doktora düzeyinde yapılan çalışmaların eksikliği dikkat çekmektedir. İlerleyen süreçte doktora düzeyinde çalışmaların sayısı artırılabilir.

12. Araştırmacılara, Bilim şenlikleri ya da okul dışı gezi uygulamalarında gerçekleştirecekleri STEM etkinlikleriyle de akademik başarıya etkisinin nasıl olacağı konusunda araştırma yapmaları önerilmektedir.

13. Araştırmada moderatör olarak sınıf düzeyi, yayın türü, örneklem büyüklüğü seçilmiştir. Bunlardan farklı moderatörler seçilerek yeni çalışmalar yapılabilir.

14. Araştırma sadece Türkiye'de yürütülen çalışmalar ile yapılmıştır. Bu çalışma farklı ülkelerde ortaya konulan çalışmalar üzerinde de yapılabilir.

7. KAYNAKLAR

(Bu tez çalışmasında APA 7th Edition atıf sistemi kullanılmıştır.)

- Abramson, JH. (1994). *Making Sense of Data. 2nd edition*. New York: Oxford University.
- Ademoğlu, E. (2021). *FeTeMM eğitiminin öğrencilerin fen bilimleri dersi başarısı üzerine etkililiği: Bir meta analiz çalışması*. Yüksek lisans tezi. İnönü Üniversitesi.
- Akbaba, C. (2017). *Okullarda maker ve steam eğitim hareketlerinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Projesi, Trakya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Eğitim Bilimleri Anabilim Dalı, Trakya.
- Akgündüz, D., Aydeniz, M., Gültekin, Ç., Çavaş, B., Çorlu, S., Öner, T., & Özdemir, S. (2015). *Stem Eğitimi Türkiye Raporu*. İAU.
- Akın, V. (2019). *FeTeMM uygulamalarının 7. sınıf öğrencilerinin FeTeMM'e yönelik tutumlarına, bilimsel süreç becerilerine ve meslek seçimlerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. 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. Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri 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.
- Armağan, F. Ö. (2011). *Kavramsal değişim metinlerinin etkililiği: Meta analiz çalışması*. Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü
- Asin, A., 2014. *Teaching STEM with Real-World Relevance in Singapore*. <http://www.astc.org/astc-dimensions/teaching-stem-real-world-relevancesingapore/> (Erişim Tarihi: 17.05.2017).
- Asunda, P.A., (2012). *Standards for Technological literacy and STEM education delivery through career and technical education programs*. Journal of Technology Education, VOL:23, Issue:2, page: 44-60.
- Ayas, A. (1995). *Fen Bilimlerinde Program Geliştirme ve Uygulama Teknikleri Üzerine Bir Çalışma: İki Çağdaş Yaklaşımın Değerlendirilmesi*, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 11, 149-155.
- Ayaz, M. F., & Söylemez, M. (2015). *The effect of the project-based learning approach on the academic achievements of the students in science classes in Turkey: A meta- analysis study*. Education and Science, 40, 255-283.
- Ayaz, M. F., & Söylemez, M. (2015). *Proje tabanlı öğrenmenin öğrencilerin fen derslerine yönelik tutumlarına etkisi: Bir meta-analiz çalışması*. Adıyaman University Journal of Educational Sciences, 2016, 6(1), 112-137.
- Aydeniz, M. (2017). *Eğitim sistemimiz ve 21. yüzyıl hayalimiz: 2045 hedeflerine ilerlerken, Türkiye için STEM odaklı ekonomik bir yol haritası*. University of Tennessee, Knoxville.

- 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 Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Balcı, S., ve Baydemir C., (2015), "Sağlık Bilimlerinde Meta Analizi," Journal of Health Sciences of Kocaeli Üniversitesi, 1 (1), 9-11.
- Bangert- Drowns S, R. L., L. M. Rudner, (1991), *Meta-Analysis in Educational Research*, ERIC Digest, ERIC Clearinghouse on Tests Measurement and Evaluation: Washington, DC. ED33948.
- Barakos, L., Lujan, V., & Strang, C. (2012). *Science, Technology, Engineering, Mathematics (STEM): Catalyzing Change Amid the Confusion*. Center on Instruction.
- Baran, E., Canbazoglu Bilici, S., & Mesutoğlu, C. (2015). *Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) spotu geliştirme etkinliği*. Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi (ATED), 5 (2), 60-69.
- Barr, V., & Stephenson, C. (2011). *Bringing computational thinking to k-12: what is involved & what is the role of the computer science education community?* Acm inroads, 2(1), 48–54. <https://doi.org/10.1145/1929887.1929905>
- Baydar, Z. (2018). *Elektrik enerjisi ünitesinin FeTeMM ve argümantasyona dayalı işlenmesinin öğrencilerin yaratıcılık, tutum, beceri ve öğretim hakkındaki görüşlerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Bax, L., Yu, L. M., Ikeda, N., & Moons, K. G. (2007). *A systematic comparison of software dedicated to meta-analysis of causal studies*. BMC medical research methodology, 7(1), 1-9.
- 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.
- Begg, C.B., Mazumdar, M. (1994). *Operating characteristics of a rank correlation test for publication bias*. Biometrics, 50, 1088-1101.
- Berlin, D. F., & Lee, H. (2005). *Integrating science and mathematics education: Historical analysis*. School Science and Mathematics, 105(1), 15–24.
- Borenstein, M., Cooper, H., Hedges, L. ve Valentine, J. (2009). *Effect sizes for continuous data. The Handbook of Research Synthesis and Meta-Analysis*, 2, 221- 235.
- Bozkurt Altan, E. (2017). *Tasarım temelli öğrenme ve probleme dayalı STEM uygulamaları*. S. Çepni (Ed.), *Kuramdan uygulamaya STEM eğitimi* (s. 165-201). Pegem Yayıncılık.
- Bozkurt, O & Aydoğdu, M. (2009). *İlköğretim 6.Sınıf Fen Bilgisi dersinde un ve Dunn öğrenme stili modeline dayalı öğretim ile geleneksel öğretim yönteminin öğrencilerin akademik başarı düzeyleri*. Elementary Education Online, 8(3), 741-754.
- Brophy, S., Klein, S., Portsmore, M., & Rogers, C. (2008). *Advancing engineering education in P-12 classrooms*. Journal of Engineering Education, 369-387.

- Buyruk, B. (2019). *FeTeMM eğitiminin öğrenci başarısı ve bazı değişkenler üzerindeki etkisi. Yüksek Lisans Tezi*. 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*. Necmettin Erbakan Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Bybee, R. W. (2000). *Achieving technological literacy: A national imperative*. Technology and Engineering Teacher, 60(1), 23.
- Bybee, R.W., *What is STEM education?* Science, 2010. 329(5995): p. 996-996
- Cantrell, P., Pekcan, G., Itani, A. ve Velasquez- Bryant, N. (2006). *The effects of engineering modules on student learning in middle school science classrooms*. Journal of Engineering Education, 95(4), 301-309.
- Card, N. A. (2012). *Applied meta-analysis for social science research*. The Guilford Press.
- 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*. Uludağ Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Chen, X. (2009). *Students who study science, technology, engineering and maths (STEM) in postsecondary education*. Stats in Brief. NCES 2009-161. National Center for Education Statistics.
- Chiappetta, E. (1997). *Inquiry-based science: strategies & techniques for encouraging inquiry in the classroom*. The Science Teacher, 64(7), 22–26.
- Cho, B. and Lee, J. (2013). *The effects of creativity and flow on learning through the STEAM education on elementary school contexts*. Paper presented at the International Conference of Educational Technology, Sejong University, South Korea.
- Christensen, R., & Knezek, G. (2017). *Relationship of middle school student STEM interest to career intent*. Journal of education in science environment and health, 3(1), 1-13.
- Cohen; L., Manion; L., & Morrison; K. (2007). *Research methods in education. In research methods in education (sixth)*. Routledge.
<https://doi.org/10.4324/9780203029053>
- Coştu, B., Ünal, S., & Ayas, A. (2007). *Günlük Yaşamdaki Olayların Fen Bilimleri Öğretiminde Kullanılması*. Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi, 8(1), 197–207.
- Cömert, S., & Balkan Kıyıcı, F. (2006). *Fen bilgisi öğretiminde oluşturma yaklaşım uygulamasının akademik başarıya etkisinin belirlenmesi*. Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 7, 151-162.
- Crano, W. D., & Prislin, R. (Eds.). (2008). *Attitudes and attitude change*. Psychology Press
- Czerniak, C. M., Weber, W. B., Sandmann, Jr., A. and Ahern, J. (1999). *Literature review of science and mathematics integration*. School Science and Mathematics, 99(8), 421–430.
<https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.1999.tb17504.x>
- Çalık, M. & Sözbilir, M. (2014). *İçerik analizinin parametreleri [Parameters of content analysis]*. Eğitim ve Bilim, 39(174), 33-38.

- Çalışıcı, S. (2018). *FeTeMM uygulamalarının 8.sınıf öğrencilerinin çevresel tutumlarına, bilimsel yaratıcılıklarına, problem çözme becerilerine ve fen başarılarına etkisi. Yüksek Lisans Tezi.* Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Çepni, S. (2017). *Kuramdan Uygulamaya Stem Eğitimi.* Pegem Akademi.
- Çepni, S. (2018). *Geleceğin dünyası. S. Çepni (Ed.), Kurumdan Uygulamaya STEM Eğitimi.* Ankara: Pegem Akademi.
- Çiftçi, M. (2018). *Geliştirilen STEM etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin bilimsel yaratıcılık düzeylerine, STEM disiplinlerini anlamalarına ve STEM mesleklerini fark etmelerine etkisi.* Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Fen Bilimleri Enstitüsü Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi.
- Çiftçi, M., ve Çınar, S. (2017, Nisan). *Fen bilgisi öğretmenlerinin STEM eğitiminin fen bilimleri dersine entegrasyonu hakkındaki görüşleri.* Sözel bildiri, VII. Uluslararası Eğitimde Araştırmalar Kongresi.
- Çimentepe, E. (2019). *STEM etkinliklerinin akademik başarı, bilimsel süreç becerileri ve bilgisayarca düşünme becerilerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi.* Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Çolakoglu, M. H., & Gökben, A. G. (2017). *Türkiye’de eğitim fakültelerinde FeTeMM (STEM) çalışmaları.* Informal Ortamlarda Araştırmalar Dergisi, 2(2), 46-69.
- Çorlu, 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.
- Çorlu, S. (2014). *FeTeMM Eğitimi Makale Çağrı Mektubu.* Turkish Journal of Education, 3(1), 4-10.
- Dabney, K. P., Tai, R. H., Almarode, J. T., Miller-Friedmann, J. L., Sonnert, G., Sadler, P. M., & Hazari, Z. (2012). *Out-of-school time science activities and their association with career interest in STEM.* International Journal of Science Education, Part B, 2(1), 63-79.
- Daugherty, M. K. (2013). *The Prospect of an "A" in STEM Education.* Journal of STEM Education: Innovations and Research, 14(2), 10-15.
- Daşdemir, İ., Cengiz, E., & Aksoy, G. (2018). *Türkiye’de FeTeMM (STEM) eğitimi eğilim araştırması. Van Yüzyüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 15(1), 1161-1183.*
- DeBacker, TK, & Nelson, RM. (1999). *Variations on an expectancy-value model of motivation in science.* Contemporary Educational Psychology, 24(2), 71–94.
- Dejarnette, N. K. (2012). *America’s children: Providing early exposure to STEM (science, technology, engineering and math) initiatives.* Education, 133(1), 77–84.
- Dedetürk, A. (2018). *6. sınıf ses konusunda FeTeMM yaklaşımı ile öğretim etkinliklerinin geliştirilmesi, uygulanması ve başarıya etkisinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi.* Erciyes Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Dedetürk, A., Kırmızıgül, A. S., & Kaya, H. (2020). *“Ses” Konusunun STEM Etkinlikleri ile Öğretiminin Başarıya Etkisi. Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 1-28.*
- Değerli, M. (2021). *Fen eğitiminde STEM yaklaşımının etkililiği: Bir meta analiz çalışması* (Master's thesis, Dicle Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü).
- Demirbaş, M., & Yağbasan, R. (2006). *Fen bilgisi öğretiminde bilimsel tutumların işlevsel önemi ve bilimsel tutum ölçeğinin Türkçeye uyarlanma çalışması.* Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 19(2), 271-299.

- Demirel, D. (2005). *Klinik Çalışmalarda Meta analiz*, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi
- Demirel, Özcan (2003), Kuramdan Uygulamaya Eğitimde Program Geliştirme, 3. Baskı, Anı Yayıncılık.
- Dewaters, J., S. E. Powers. (2006). *Improving science and energy literacy through project-based K-12 outreach efforts that use energy and environmental themes*. Proceedings of the 113th Annual ASEE Conference and Exposition.
- Dewey, A. J. (1907). *School and society. In the school and the life of the child: the school and society*.
- Dinçer, S. & Güçlü, M. (2013). *Effectiveness of using simulation in computer aided learning and new trends in science education: A meta-analysis study article*. International Journal of Human Science, 10(Special Issue), 49-66.
- Dinçer, H. (2014). *STEM Eğitimi ve İşgücü: Bilgi Ekonomisinin Olmazsa Olmazı*. <http://www.tusiadstem.com/kesfet/makaleler/4-stem-egitimi-ve-isgucue-bilgi-ekonomisinin-olmazsa-olmazi> adresinden alınmıştır.
- Dinçer, S. (2014b). *Eğitim bilimlerinde uygulamalı meta-analiz*. Pegem Akademi.
- Dinçer, S. (2021). *Eğitim bilimlerinde uygulamalı meta-analiz*. Pegem Akademi.
- Doğan, İ. (2019). *STEM etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine, fen ve stem tutumlarına ve elektrik enerjisi ünitesindeki başarılarına etkisi*. Doktora Tezi. Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- 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.
- Dugger, E. W. (2010). *Evolution of STEM in the United States*. 6th Biennial International Conference on Technology Education Research. Australia.
- Durlak, J. A., & Lipsey, M. W. (1991). *A practitioner's guide to meta-analysis*. American Journal of Community Psychology, 19(3), 291–332.
- Duval, S., Tweedie, R. (2000a). *A nonparametric "trim and fill" method of accounting for publication bias in meta-analysis*. Journal of the American Statistical Association, 95(449), 89-98.
- Duval, S., Tweedie, R. (2000b). *Trim and fill: A simple funnel-plot-based method of testing and adjusting for publication bias in meta-analysis*. Biometrics, 56(2), 455-463.
- Egger, M., Smith, G. D., Schneider, M., Minder, C. (1997). *Bias in meta-analysis detected by a simple, graphical test*. British Medical Journal, 315(7109), 629.
- Ellis, P. D. (2010). *The essential guide to effect sizes: Statistical power, meta-analysis, and the interpretation of research results*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Elmalı, Ş., & Balkan Kıyıcı, F. (2017). *Türkiye’de Yayımlanmış FeTeMM Eğitimi İle İlgili Çalışmaların İncelenmesi*. Review of STEM Studies Published in Turkey, 7(3), 684-696.
- Ergene, T. (1999). *Effectiveness of test anxiety reduction programs: a meta-analysis review*. Phd Thesis. Ohio: Ohio University.
- Ergün, M., & Özdaş, A. (1997). *Öğretim ilke ve yöntemleri*. Kaya yayıncılık.

- Erlandson, C & McVittie, J. (2001). *Students Voices On Integrative Curriculum*. Middle School Journal. Volume 33. Issue 2.
- 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.
- Ertmer, P. A., & Simons, K. D. (2006). *Jumping the implementation hurdle: Supporting PBL in K-12 classrooms*. The Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning, 1(1) [Inaugural Issue], 41-56.
- Falloon, G., Hatziagianni, M., Bower, M., Forbes, A., & Stevenson, M. (2020). Understanding K-12 STEM education: A framework for developing STEM literacy. *Journal of Science Education and Technology*, 29(3), 369-385.
- Felix, A. L. (2010). *Design-based science for STEM Student recruitment and teacher professional development*. Mid-Atlantic ASEE Conference, Villanova University.
- Fer, S. (2008). *Öğretim Tasarımı*. Anı Yayıncılık.
- Fitz-Gibbon, C., T. (1996). *Monitoring education: Indicators, quality and effectiveness*, London Cassell.
- 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 Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Glass, G. V. (1976). *Meta-analysis of psychotherapy outcome studies*. American Psychologist, 32(9), 752-760. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.32.9.752>
- 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.
- Gökbayrak, S. ve Karışan, D. (2017). *Altıncı Sınıf Öğrencilerinin FeTeMM Temelli Etkinlikler Hakkındaki Görüşlerinin İncelenmesi*. Alan Eğitim Araştırmaları Dergisi, 3(1), 25-40.
- Gülen, S. (2016). *Fen-Teknoloji-Mühendislik ve Matematik Disiplinlerine Da-yalı Argümantasyon Destekli Fen Öğrenme Yaklaşımının Öğrencilerin Öğrenme Ürünlerine Etkisi*. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Gülgün, C., Yılmaz, A., & Çağlar, A. (2017). *Fen bilimleri dersinde uygulanan STEM etkinliklerinde bulunması gereken nitelikler hakkındaki öğretmen görüşleri*. Journal of Current Researches on Social Sciences, 7(1), 459-478.
- Gülhan, F. (2016). *Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik entegrasyonunun (STEM) 5. sınıf öğrencilerinin algı, tutum, kavramsal anlama ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisi*. Doktora Tezi.
- Gülhan F. ve Şahin, F (2016). *The effects of science-technology-engineering-math (STEM) integration on 5th grade students' perceptions and attitudes towards these areas*. Journal of Human Sciences, 13(1), 602-620.
- 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. Yüzüncü Yıl Üniversitesi / Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Gündüz Bahadır, E. B., & Özay Köse, E. (2021). *6. sınıf fen bilimleri dersinde stem uygulamalarının öğrencilerin stem'e yönelik algılarına ve tutumlarına etkisi*. İhlara Eğitim araştırmaları Dergisi. Aksaray Üniversitesi.

- Güven, Ç. (2020). *STEM uygulamaları ile zenginleştirilmiş 7E Öğrenme Modeli'nin 5. sınıf öğrencilerinin bilişsel süreç becerilerine etkisi. Doktora Tezi.* Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Han, S., Capraro, R., ve Capraro, M. M. (2014). *How science, technology, engineering, and mathematics (STEM) project-based learning (PBL) affects high, middle, and low achievers differently: The impact of student factors on achievement.* International Journal of Science and Mathematics Education, 13(5), 1089-1113.
- Hedges, L.V, Olkin, I. (1985). *Statistical methods for meta-analysis.* Academic Press.
- Henderson, C., & Dancy, M. H. (2007). *Barriers to the Use of Research-Based Instructional Strategies: The Influence of Both Individual and Situational Characteristics.* Physical Review Special Topics: Physics Education Research, 3(2), 020102-020101 to 020102-020114.
- Herdem, K., & Ünal, İ. (2018). Analysis of studies about STEM education: A meta-synthesis study. *Marmara University Atatürk Education Faculty Journal of Educational Sciences*, 48(48), 145-163.
- Hiğde, E. (2018). *Ortaokul 7. sınıf öğrencileri için hazırlanan STEM etkinliklerinin farklı değişkenlere yönelik etkisinin incelenmesi. Doktora Tezi.* Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
- Hinde, E. T. (2005). *Revisiting curriculum integration: A fresh look at an old idea.* The Social Studies, 96(3), 105-111. <https://doi.org/10.3200/TSSS.96.3.105-111>
- Hom, E.J. (2014). What is STEM education. Retrieved from: [http://www.livescience.com/43296-what-is-stem-education.html\(last](http://www.livescience.com/43296-what-is-stem-education.html(last) accessed 11.08.2018)
- Huedo-Medina, T. B., Sanchez-Meca, J., Marin-Martinez, F., & Botella, J. (2006). *Assessing heterogeneity in meta-anlaysis: Q statistic or I2 index?* Psychological Methods, 11(2), 193-206
- Hunter, J. E., & Schmidt, F. L. (1990). *Methods of meta-analysis: Correcting error and bias in research findings.* Sage Publications, Inc.
- Hynes, M., Portsmore, M., Dare, E., Milto, E., Rogers, C., Hammer, D. & Carberry, A. (2011). *Infusing engineering design into high school STEM courses.* <http://ncete.org/flash/pdfs/Infusing/Engineering/Hynes.pdf> .
- İleri, Y. E. (2019). *Fen bilimleri eğitiminde işbirlikli öğrenme yaklaşımı'nın akademik başarıya etkisi: Bir meta-analiz çalışması. Yüksek Lisans Tezi.* Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- İnançlı, E. (2020). *Ortaokul öğrencilerinin STEM'e yönelik tutumlarının çeşitli değişkenler açısından incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi.* Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.
- İşman, A., Baytekin, Ç., Balkan, F., Horzum B., ve Kıyıcı, M., (2002). *Fen Bilgisi Eğitimi ve Yapısalcı Yaklaşım.* The Turkish Online Journal of Educational Techonology- TOJET October 2002 ISSN:1303-6521 volume I Issue I Article 7.
- 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 Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kalemkuş, J. (2019). *Deneyisel araştırmalarda STEM eğilimi.* Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitimi Fakültesi Dergisi, 36, 78-90.

- 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.*
- 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.* Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Kayabaş, B. T. (2019). *Probleme dayalı okul dışı stem etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarılarına ve karar verme becerilerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi.* Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Kearney, C. (2016). *Efforts to Increase Students' Interest in Pursuing Mathematics, Science and Technology Studies and Careers. National Measures taken by 30 Countries – 2015 Report, European Schoolnet, Brussels.* Web: <http://files.eun.org/scientix/Observatory/ComparativeAnalysis2015/Kearney>, 2016-NationalMeasures-30-countries-2015-Report.pdf adresinden 12 Aralık 2020'de alınmıştır.
- Keleş, C, B. (2019). *Fen bilimleri dersi uygulamalı bilim ünitesi kapsamında geliştirilen etkinliklerin STEM entegrasyonu açısından değerlendirilmesi.* Yüksek lisans tezi. Trabzon Üniversitesi.
- Kelly, T. (2010) *Staking the claim for the 'T' in STEM.* Journal of Techonolgy Studies, 36 (1), 2-11.
- Kılıç, S. (2014). *Etki Büyüklüğü.* Journal Of Mood Disorders, 4(1), 44-6.
- Kier, M. W., Blanchard, M. R., Osborne, J. W., & Albert, J. L. (2013). *The development of the STEM career interest survey (STEM-CIS).* Research in Science Education, 44(3), 461–481.
- 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, E. (2018). *STEM yaklaşımı ile basınç konusunda bir öğretim modülünün geliştirilmesi ve uygulanabilirliğinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi.* Aksaray: Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Krishnan, P., ve Hariharan, S., 2016. *Challenges in STEM Education for 'Skill India'.* <http://www.natureasia.com/en/nindia/article/10.1038/nindia.2016.99>.
- Kuenzi, J. (2008). *Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: Background, federal policy and legislative action.* CRS Report for Congress. United States.
- Kuhn, D., Black, J., Keselman, A., & Kaplan, D. (2000). *The development of cognitive skills to support inquiry learning.* Cognition and Instruction, 18(4), 495-523.
- Kural, E. (2020). *Çoklu Zekâ Kuramına dayalı fen öğretiminin akademik başarıya ve derse yönelik tutuma etkisi: Bir meta-analiz çalışması. Yüksek Lisans Tezi.* Cumhuriyet Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- 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.* Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Kurtuluş, MA. (2019). *STEM etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarılarına, problem çözme becerilerine, bilimsel yaratıcılıklarına, motivasyonlarına ve tutumlarına etkisi. Yüksek lisans Tezi.* Alaaddin Keykubat Üniversitesi.

- Lacey T. A., Wright B. (2009). *Occupational employment projections to 2018*. Monthly Labor Review, 132(11), 82–123.
- 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.
- Lipsey, M., & Wilson, D. (2001). *Practical meta-analysis*. California: Sage Publications, Inc.
- Littell, J. H., Corcoran, J., & Pillai, V. (2008). *Systematic reviews and meta-analysis*. Oxford University Press.
- Maltese AV, & Tai RH (2010). *Eyeballs in the fridge: Sources of early interest science*. International Journal of Science Education, 32(5), 669–685.
- MEB. (2005). *İlköğretim Fen ve Teknoloji Öğretim Programı(6-8.sınıf)*. MEB.
- MEB. (2013). *İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersi (6, 7 ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı*. MEB.
- MEB. (2016). Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü (MEB YEĞİTEK GM). *STEM Eğitimi Raporu*.
- MEB (2016a). *STEM Eğitimi Raporu*. Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü.
- MEB (2016b). *TIMMS 2015 Ulusal Matematik ve Fen Bilimleri Ön Raporu*. Millî Eğitim Bakanlığı, Ölçme, Değerlendirme ve Sınav Hizmetleri Genel Müdürlüğü.
- MEB (2017). *Ortaokul Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı ve Kılavuzu*, MEB Yayınları,
- MEB. (2018a). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar)*. [http://mufredat.meb.gov.tr/Dosyalar/201812312311937-Fen Bilimleri Öğretim Programı. 2018.pdf](http://mufredat.meb.gov.tr/Dosyalar/201812312311937-Fen%20Bilimleri%20Öğretim%20Programı.2018.pdf) sayfasından erişilmiştir.
- MEB. (2018b). *T.C. Millî Eğitim Bakanlığı*. <http://2023vizyonu.meb.gov.tr/> sayfasından erişilmiştir.
- Merrill, C., & Daugherty, J. (2010). *STEM education and leadership: A mathematics and science partnership approach*. Journal of Technology Education, 21(2), 21–34.
- Meyrick, K.M. (2011). *How STEM education improves student learning*. Meridian K-12 School Computer technologies Journal, 14 (1), 1–6.
- Mahoney, M. P. (2009). *Student attitude toward STEM: Development of an instrument for high school STEM-based programs. (Unpublished PhD thesis)*. The Ohio State University.
- Morrison, J. (2006). *Attributes of STEM education: The student, the school, the classroom*. TIES (Teaching Institute for Excellence in STEM). http://www.wythe-excellence.org/media/STEM_Articles.pdf adresinden erişilmiştir.
- Murphy, C, & Beggs, J. (2005). *Coteaching as an approach to enhance science learning and teaching in primary schools*. Counterpoints, 294, 207–231.
- Murphy, T. P.& Mancini-Samuelson, G. J. (2012). *Graduating STEM Competent and Confident Teachers: The Creation of a STEM Certificate for Elementary Education Majors*. Journal of College Science Teaching, 42 (2), 18–23.
- Nağaç, M. (2018). *6. sınıflar fen bilimleri dersi madde ve ısı ünitesinin öğretiminde fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) eğitimi'nin öğrencilerin akademik başarıları ve problem çözme becerilerine etkisinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi*. Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

- National Academy of Engineering [NAE] & National Research Council [NRC]. (2009). *Engineering in K-12 education understanding the status and improving the prospects*. Edt. Katchi, L., Pearson, G. & Feder, M. Washington, DC: National Academies Press.
- Neccar, D. (2019). *Fen bilimleri dersinde STEM etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin başarısına, fene ilişkin tutumlarına ve STEM'e yönelik görüşlerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- NGSS. (2013) Next Generation Science Standards. A Framework for K-12 Science Education. National Academies.
- NPSTI. (2013). National Policy on Science, Technology. *International Journal of Engineering Technologies and Management Research*. Universiti Teknologi Malaysia
- NRC. (2010). *Successful K-12 STEM education: Identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics*. Washington, DC: The National Academies Press.
- NRC. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, cross cutting concepts, and core ideas*. The National Academic Press.
- NRC. (2013). *Federal science, technology, engineering and mathematics (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.
- NSPE, National Society Of Professional Engineers. (2013) *STEM Education: Preparing Future Generations of Pes*. The magazine for Professional Engineers.
- Obama, B. (2009). *Remarks by the president on the education to innovate campaign*. Retrieved from <http://www.whitehouse.gov/the-press-office/president-obama-launches-educate-innovate-campaign-excellence-science-technology-en>.
- 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.
- 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 Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Özaslan, S. (2019). *Işığın kırılması ve mercekler ünitesine yönelik STEM yaklaşımına göre geliştirilen etkinliğin öğrencilerin akademik başarısına ve tutumuna etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. İnönü Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Özcan, Ş. (2008). *Eğitim Yöneticisinin Cinsiyet ve Hizmet içi Eğitim Durumunun Göreve Etkisi: Bir Meta Analitik Etki Analizi*. Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi.
- Özlen, S. (2019). *Sekizinci sınıf düzeyinde basit makineler konusunda tasarım temelli stem etkinliklerinin geliştirilmesi ve etkilerinin değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi. 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.
- 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.: Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Pekbay, C. (2017). *Fen teknoloji mühendislik ve matematik etkinliklerinin ortaokul öğrencileri üzerindeki etkileri* (Yüksek Lisans Tezi).
- Pigott, D.M., (2012) *Funding for Malaria Control 2006-2010: A Comprehensive Global Assessment*. Malaria Journal, 11, Article No. 246. <https://doi.org/10.1186/1475-2875-11-246>.
- Poyraz, G. T. (2018). *STEM eğitimi uygulamasında kayseri ili örneğinin incelenmesi ve uzaktan STEM eğitiminin uygulanabilirliği*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Anadolu Üniversitesi.
- Raines, J. M. (2012). *FirstSTEP: a primary review of effects of a summer bridge program on pre-college STEM majors*. Journal of STEM Education, 13 (1), 22-29.
- Raju, P. K., & Clayson, A. (2010). *The future of STEM education: An analysis of two national reports*. Journal of STEM Education: Innovations and Research, 11, 25-28.
- Reiss, M. ve Holman, J. (2007). *STEM Working Together for schools and colleges*. London: The Royal Society.
- Rockland, R., Bloom, D. S., Carpinelli, J., Levelle, B. A., Hirsch, L. S. & Kimmel, H. (2010). *Advancing the 'E' in K-12 STEM education*. Journal of Technology Studies. 36(1), 53-64.
- Rosenthal, R. (1979). *The "file drawer problem" and tolerance for null results*. Psychol Bull, 86: 638-41.
- Rosenthal, R. (1991). *Meta-analytic procedures for social research*. (Vol. 6). CA: Sage Publication
- Rosenthal, R., & Dimatteo, M. R. (2001). *Meta-analysis: Recent developments in quantitative methods for literature reviews*. Annual Review of Psychology, 52(1); 59-82.
- Rothstein, H. R., Sutton, A. J., Borenstein, M. (2005). *Publication bias in meta-analysis*. H. R. Rothstein, A. J. Sutton, M. Borenstein (Eds.), *Publication bias in meta-analysis: Prevention, assessment, and adjustments içinde* (s.3). West Sussex, England: John Wiley & Sons Ltd.
- Saçan, E. (2018). *Bilim uygulamaları dersi için FeTeMM merkezli bir öğretim programı önerisi ve etkililiği*. Doktora Tezi. 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.
- Saraç, H. (2018). *The Effect of Science, Technology, Engineering and Mathematics-Stem Educational*. TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology, 17-2.
- Sarıcan, G. (2017). *Bütünleşik STEM eğitiminin akademik başarıya, problem çözmeye yönelik yansıtıcı düşünme becerisine ve öğrenmede kalıcılığa etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Aydın Üniversitesi / Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Sarıkaya, M., Güven, E., Göksu, V., & İnce Aka, E. (2010). *The impact of constructivist approach on students' academic achievement and retention knowledge*. Elementary Education Online, 9(1), 413-423.

- Schmidt, F., & Hunter, J. (1977). *Development of a general solution to the problem of validity generalization*. Journal Of Applied Psychology, 2(5), 529-540.
- Schmidt, F.L., & Raju, N.S. (2007). *Updating meta-analytic research findings: Bayesian approaches versus the medical model*. Journal of Applied Psychology, 92, 297-308.
- Siegel, M. A., & Ranney, M. A. (2003). *Developing the changes in attitude about the relevance of science (CARS) questionnaire and assessing two high school science classes*. Journal of Research in Science Teaching, 40(8), 757-775.
- Soysal, M. T. (2019). *8. sınıf fen bilimleri dersinde tematik stem eğitimi: Deprem örneği. Yüksek Lisans Tezi*. Sakarya Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- STEM Akademi. (2013). *Dünyada STEM*. www.stemakademi.com.tr (12.03.2020).
- 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.
- Şahin, M. C. (2005). *İnternet tabanlı uzaktan eğitimin etkiliği: Bir Meta Analiz Çalışması*. Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Şahin, A., Ayar, M. C. & Adiguzel, T. (2014). *STEM related after-school program activities and associated outcomes on student learning*. Educational Sciences: Theory and Practice, 14(1), 309-322.
- Şen, N. (2019). *7. sınıf elektrik enerjisi ünitesinde FeTeMM yaklaşımına dayalı tasarlanan öğrenme ortamının fen bilimleri eğitimine etkileri. Yüksek Lisans Tezi*. Uşak Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Şen, S. & Yıldırım, İ. (2020) *CMA ile Meta-analiz Uygulamaları*. Anı Yayıncılık
- Tai, R., Liu, C., Maltese, A., & Fan, X. (2006). *Planning early for careers in science*. Science, 312(5777), 1143–1144.
- Taşçı, M. (2019). *Tersine mühendislik uygulamalarının 8. sınıf öğrencilerinde akademik başarılarına, problem çözme becerilerine, STEM tutum ve algılarına etkisinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi*. Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- TEDMEM. (2016) Dördüncü Sanayi devrimi ve eğitim. <https://tedmem.org/vurus/dorduncu-sanayi-devrimi-egitim> adresinden alınmıştır.
- Temizyürek, K. (2003). *Fen öğretimi ve uygulamaları*. Nobel yayıncılık.
- 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). *How to calculate effect sizes from published research: A simplified methodology*. Work-Learning Research, 1-19.
- Thibaut, L., Knipprath, H., Dehaene, W., & Depaepe, F. (2018). How school context and personal factors relate to teachers’ attitudes toward teaching integrated STEM. *International Journal of Technology and Design Education*, 28(3), 631-651.
- TÜSİAD. (2017). *(Türkiye Sanayici İş adamları 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.
- UNESCO, International Social Science Council, and Institute of Development Studies. (2016). World Social Science Report 2016: Challenging inequalities: Pathways to a justworld,359. <http://publishing.unesco.org/details.aspx?>

- Ünal, S. (2003). *Lise 1 ve 3 Öğrencilerinin Kimyasal Bağlar Konusundaki Kavramları Anlama Seviyelerinin Karşılaştırılması*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi.
- Üstün, U. (2012). *Probleme dayalı öğrenme geleneksel öğretim yöntemine kıyasla fen eğitiminde ne derece etkilidir? Bir meta-analiz çalışması. Doktora Tezi*. Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Vasquez, J.A., Sneider, C.I. ve Comer, M.W. (2013). *STEM Lesson Essentials, Grades 3- 8. Integrating Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. NH: Heinemann.
- Wagner, T. (2008). *The global achievement gap: Why even our best schools don't teach the new survival skills our children need--and what we can do about it*. UK: Basic Books.
- 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.
- White, D. W. (2014). *What is STEM education and why is it important?* Florida Association of Teacher Educators Journal, 1-9.
- 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.
- Yavru, Ö. ve Gürdal, A. (1998). *İlköğretim Okullarının 4. ve 5. Sınıflarında Laboratuvar Deneylerinin Öğrencilerin Mekanik Konusundaki Başarısına ve Kavramaları Kazanmasına Etkisi*. M.Ü. Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi, 10, 1998: 327-338.
- 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. (2016a). *7. sınıf fen bilimleri dersine entegre edilmiş fen, teknoloji, mühendislik, matematik (STEM) uygulamaları ve tam öğrenmenin etkilerinin incelenmesi (Doktora Tezi)*. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Yıldırım, B. (2018). *STEM eğitim raporu: 2023, 2053 ve 2071 hedefleri için STEM eğitim raporu*. Muş Alparslan Üniversitesi. June 20, 2019, <https://www.researchgate.net/> sayfasından erişilmiştir.
- 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.
- Yıldız, N. Ç. (2002). *Verilerin değerlendirilmesinde meta analizi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yücelyigit, S., & Toker, Z. (2018). *A meta-analysis on STEM studies in early childhood education*. Turkish Journal of Education, 10-1.

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



8. EKLER

EK 1

X² Tablosu

Table of Probabilities for the Chi-Squared Distribution

Alpha Risk															
df	0.995	0.990	0.975	0.95	0.9	0.75	0.5	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005	0.001	
1	0.000039	0.000157	0.000982	0.00393	0.0158	0.102	0.455	1.323	2.706	3.841	5.024	6.635	7.879	10.828	
2	0.010	0.020	0.051	0.103	0.211	0.575	1.386	2.773	4.605	5.991	7.378	9.210	10.597	13.816	
3	0.072	0.115	0.216	0.352	0.584	1.213	2.366	4.108	6.251	7.815	9.348	11.345	12.838	16.266	
4	0.207	0.297	0.484	0.711	1.064	1.923	3.357	5.385	7.779	9.488	11.143	13.277	14.860	18.467	
5	0.412	0.554	0.831	1.145	1.610	2.675	4.351	6.626	9.236	11.070	12.833	15.086	16.750	20.515	
6	0.676	0.872	1.237	1.635	2.204	3.455	5.348	7.841	10.645	12.592	14.449	16.812	18.548	22.458	
7	0.989	1.239	1.690	2.167	2.833	4.255	6.346	9.037	12.017	14.067	16.013	18.475	20.278	24.322	
8	1.344	1.646	2.180	2.733	3.490	5.071	7.344	10.219	13.362	15.507	17.535	20.090	21.955	26.124	
9	1.735	2.088	2.700	3.325	4.168	5.899	8.343	11.389	14.684	16.919	19.023	21.666	23.589	27.877	
10	2.156	2.558	3.247	3.940	4.865	6.737	9.342	12.549	15.987	18.307	20.483	23.209	25.188	29.588	
11	2.603	3.053	3.816	4.575	5.578	7.584	10.341	13.701	17.275	19.675	21.920	24.725	26.757	31.264	
12	3.074	3.571	4.404	5.226	6.304	8.438	11.340	14.845	18.549	21.026	23.337	26.217	28.300	32.909	
13	3.565	4.107	5.009	5.892	7.042	9.299	12.340	15.984	19.812	22.362	24.736	27.688	29.819	34.528	
14	4.075	4.660	5.629	6.571	7.790	10.165	13.339	17.117	21.064	23.685	26.119	29.141	31.319	36.123	
15	4.601	5.229	6.262	7.261	8.547	11.037	14.339	18.245	22.307	24.996	27.488	30.578	32.801	37.697	
16	5.142	5.812	6.908	7.962	9.312	11.912	15.338	19.369	23.542	26.296	28.845	32.000	34.267	39.252	
17	5.697	6.408	7.564	8.672	10.085	12.792	16.338	20.489	24.769	27.587	30.191	33.409	35.718	40.790	
18	6.265	7.015	8.231	9.390	10.865	13.675	17.338	21.605	25.989	28.869	31.526	34.805	37.156	42.312	
19	6.844	7.633	8.907	10.117	11.651	14.562	18.338	22.718	27.204	30.144	32.852	36.191	38.582	43.820	
20	7.434	8.260	9.591	10.851	12.443	15.452	19.337	23.828	28.412	31.410	34.170	37.566	39.997	45.315	
21	8.034	8.897	10.283	11.591	13.240	16.344	20.337	24.935	29.615	32.671	35.479	38.932	41.401	46.797	
22	8.643	9.542	10.982	12.338	14.041	17.240	21.337	26.039	30.813	33.924	36.781	40.289	42.796	48.268	
23	9.260	10.196	11.689	13.091	14.848	18.137	22.337	27.141	32.007	35.172	38.076	41.638	44.181	49.728	
24	9.886	10.856	12.401	13.848	15.659	19.037	23.337	28.241	33.196	36.415	39.364	42.980	45.559	51.179	
25	10.520	11.524	13.120	14.611	16.473	19.939	24.337	29.339	34.382	37.652	40.646	44.314	46.928	52.620	
26	11.160	12.198	13.844	15.379	17.292	20.843	25.336	30.435	35.563	38.885	41.923	45.642	48.290	54.052	
27	11.808	12.879	14.573	16.151	18.114	21.749	26.336	31.528	36.741	40.113	43.195	46.963	49.645	55.476	
28	12.461	13.565	15.308	16.928	18.939	22.657	27.336	32.620	37.916	41.337	44.461	48.278	50.993	56.892	
29	13.121	14.256	16.047	17.708	19.768	23.567	28.336	33.711	39.087	42.557	45.722	49.588	52.336	58.301	
30	13.787	14.953	16.791	18.493	20.599	24.478	29.336	34.800	40.256	43.773	46.979	50.892	53.672	59.703	
40	20.707	22.164	24.433	26.509	29.051	33.660	39.335	45.616	51.805	55.758	59.342	63.691	66.766	73.402	
50	27.991	29.707	32.357	34.764	37.689	42.942	49.335	56.334	63.167	67.505	71.420	76.154	79.490	86.661	
60	35.534	37.485	40.482	43.188	46.459	52.294	59.335	66.981	74.397	79.082	83.298	88.379	91.952	99.607	
70	43.275	45.442	48.758	51.739	55.329	61.698	69.334	77.577	85.527	90.531	95.023	100.425	104.215	112.317	
80	51.172	53.540	57.153	60.391	64.278	71.145	79.334	88.130	96.578	101.879	106.629	112.329	116.321	124.839	
90	59.196	61.754	65.647	69.126	73.291	80.625	89.334	98.650	107.565	113.145	118.136	124.116	128.299	137.208	
100	67.328	70.065	74.222	77.929	82.358	90.133	99.334	109.141	118.498	124.342	129.561	135.807	140.169	149.449	

Right Tailed Distribution, df = degrees of freedom = (#Rows - 1) x (#Columns - 1)

©Copyright Lean Sigma Corporation 2013

Chi Square Table of Probabilities:

EK 2

Kodlama formu

1-Çalışma Adı:

2-Yazar(lar):

3-Yayın Yılı:

Akademik başarı.....STEM'e yönelik tutum..... STEM mesleklerine yönelik ilgi.....

5-Yayın Türü

Yüksek lisans tezi Doktora tezi Makale.....

6-Öğrenim Düzeyi.....

7-Sınıf Seviyesi:

8-Uygulayıcı

Araştırmacı Ders öğretmeni.....Araştırmacı ve ders öğretmeni birlikte..... Belirtilmemiş

9-Deneysel Desen

Deneysel Yarı deneysel Belirtilmemiş.....

10-Deney grubuna uygulanan teknik.....

11-Deney Grubu

Aritmetik ortalama..... Standart sapma.....Örneklem.....

12-Kontrol Grubu

Aritmetik ortalama..... Standart sapma..... Örneklem.....

13-Karşılaştırma

Fark puanı.....Standart sapma..... t değeri..... p değeri.....

EK 3



Ek 3. Meta Analiz Kapsamına Alınan Çalışmalar

No	Yazar	Yıl	Tez Konusu	Çalışma Türü	Sınıf Seviyesi	N
1.	Serhat ERCAN	2014	Fen eğitiminde mühendislik uygulamalarının kullanımı: Tasarım Temelli Fen Eğitimi	D.TEZİ	7.Sınıf	30
2.	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	Y.L. TEZİ	8.sınıf	56
3.	Bekir YILDIRIM	2016	7. sınıf fen bilimleri dersine entegre edilmiş fen teknoloji mühendislik matematik (STEM) uygulamaları ve tam öğrenmenin etkilerinin incelenmesi.	D.TEZİ	7.Sınıf	78



4. Filiz GÜLHAN	2016	Fen-Teknoloji-Mühendislik-matematik entegrasyonunun (STEM) 5.Sınıf öğrencilerinin algı, tutum, kavramsal anlama ve bilimsel Yaratıcılıklarına etkisi	D.TEZİ	5.Sınıf	55
5. Taştan AKDAĞ	2017	STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarı, bilimsel süreç ve yaşam becerileri üzerine etkisi.	D.TEZİ	7.Sınıf	28
6. Gülcan SARICAN	2017	Bütünleşik STEM eğitiminin akademik başarıya, problem çözmeye yönelik yansıtıcı düşünme becerisine ve öğrenmede kalıcılığa etkisi	Y.L.TEZİ	6.SINIF	44



7. Eda SALMAN PARLAKAY	2017	Fetemm (STEM) uygulamalarının beşinci sınıf öğrencilerinin sorgulayıcı öğrenmelerine, motivasyonlarına ve 'canlılar Dünyasını gezelim ve tanıyalım' ünitesindeki akademik başarılarına etkisi	Y.L.TEZİ	5.SINIF	64
8. Karışan, Yurdakul, 2017		Mikroişlemci Destekli Fen-Teknoloji-Mühendislik Matematik (STEM) Uygulamalarının 6. Sınıf Öğrencilerinin Bu Alanlara Yönelik Tutumlarına Etkisi	Makale	6.Sınıf	100
9. Muhammed Hamdi OCAK	2018	Öğrencilerin STEM'e İlişkin Tutumları ve Kariyer Tercihleri İle İlişkilerinin İncelenmesi	Y.L.Tezi	5, 6, 7 Ve 8. Sınıf	1161



10.Tevfika GAZİBEYOĞLU	2018	STEM uygulamalarının 7. sınıf öğrencilerinin kuvvet ve enerji ünitesindeki başarılarına ve fen bilimleri dersine karşı tutumlarına etkisinin incelenmesi	Y.L.TEZİ	7.sınıf	52
11.Kamil DOĞANAY	2018	Probleme dayalı stem etkinlikleriyle gerçekleştirilen bilim fuarlarının ortaokul öğrencilerinin fen bilimleri dersi akademik başarılarına ve fen tutumlarına etkisi	Y.L.TEZİ	7.Sınıf	40
12. Esra KOCA	2018	STEM Yaklaşımı ile Basınç Konusunda Bir Öğretim Modülünün Geliştirilmesi ve Uygulanabilirliğinin İncelenmesi	Y.L. TEZİ	7.Sınıf	33
13. Mucize ÇİFTÇİ	2018	Geliştirilen STEM etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin Bilimsel yaratıcılık düzeylerine, STEM disiplinlerini anlamalarına ve STEM mesleklerini fark etmelerine etkisi	Y.L.TEZİ	7.Sınıf	56



14. Sinan ÇALIŞICI	2018	FeTeMM uygulamalarının 8. Sınıf öğrencilerinin Çevresel tutumlarına, bilimsel yaratıcılıklarına, problem çözme becerilerine ve fen başarılarına etkisi	Y.L.TEZİ	8.Sınıf	44
15. Ayşegül DEDETÜRK	2018	6. sınıf ses konusunda FeTeMM yaklaşımı ile öğretim etkinliklerinin geliştirilmesi, uygulanması ve başarıya etkisinin araştırılması	Y.L.Tezi	6.Sınıf	158
16. 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	Y.L.Tezi	6.Sınıf	44



17.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	Y.L.Tezi	5.Sınıf	50
18. Emrah HİĞDE	2018	Ortaokul 7. sınıf öğrencileri için hazırlanan STEM etkinliklerinin farklı değişkenlere yönelik etkisinin incelenmesi	D. Tezi	7.Sınıf	44
19.FIRAT,KÜPELİ,MISIR,İNCE	2018	5. Sınıf Fen Bilimleri Dersi Yer Kabuğunun Gizemi Ünitesinin Öğretiminde STEM Temelli Yaklaşımın Öğrencilerin Problem Çözme Becerisi ve Akedemik Başarısına Etkisinin İncelenmesi	Makale	5.Sınıf	58



20. BENZER, SELVİ, GÜVEN	2018	7E Öğrenme Modeli Merkezli STEM Etkinliğine Dayalı Öğretim Uygulamalarının Akademik Başarıya Etkisi	Makale	5.Sınıf	30
--------------------------	------	--	--------	---------	----

21. Mısra ALICI	2018	Probleme Dayalı Öğrenme Ortamında STEM Eğitiminin Tutum, Kariyer algı ve Meslek ilgisine Etkisi ve Öğrenci Görüşleri	Y.L.Tezi	5.Sınıf	22
-----------------	------	---	----------	---------	----

22. Seçil ALNIAK	2019	Fizik Konularında STEM Eğitiminin Öğrencilerin Tutumlarına Ve Problem Çözme Becerilerine Etkisinin İncelenmesi	Y.L.Tezi	7.Sınıf	65
------------------	------	---	----------	---------	----

23. Vesile AKIN	2019	FeTeMM uygulamalarının 7. sınıf öğrencilerinin FeTeMM'e yönelik tutumlarına, bilimsel süreç becerilerine ve meslek seçimlerine etkisi	Y.L.Tezi	7.Sınıf	39
-----------------	------	---	----------	---------	----



24. İlknur KAVACIK	2019	Fen-Teknoloji-Mühendislik ve Matematik (STEM) Uygulamalarının; Öğrencilerin Öğrenme Yaklaşımlarına, Sorgulayıcı Öğrenme Becerisi Algılarına ve STEM'e Yönelik Tutumlarına Etkisi	Y.L.Tezi	6.Sınıf	66
--------------------	------	--	----------	---------	----

25. Nisa Ülkü ŞIK	2019	Bilimin Doğası Unsurlarının fen, teknoloji, mühendislik ve matematik(FeTeMM) yaklaşımı ile öğretimi	Y.L.TEZİ	7.Sınıf	55
-------------------	------	--	----------	---------	----

26. İdris DOĞAN	2019	STEM etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine, fen ve stem tutumlarına ve elektrik enerjisi ünitesindeki başarılarına etkisi	Y.L.Tezi	7.Sınıf	85
-----------------	------	---	----------	---------	----

27. Merve TAŞCI	2019	Tersine mühendislik uygulamalarının 8. sınıf öğrencilerinde akademik başarılarına, problem çözme becerilerine, STEM tutum ve algılarına etkisinin incelenmesi	Y.L.Tezi	8.Sınıf	56
-----------------	------	---	----------	---------	----



28. Meltem IRAK	2019	5. sınıf fen bilimleri dersi ışığın yayılması ünitesine yönelik STEM uygulamalarının akademik başarı ve STEM'e karşı tutum üzerine etkisinin incelenmesi	Y.L.Tezi	5.sınıf	218
29. Zeynep BÜYÜKBASTIRMACI	2019	7.sınıf kuvvet ve enerji ünitesinde kullanılan STEM uygulamalarının başarı, tutum ve motivasyon üzerindeki etkisi	Y.L.Tezi	7.Sınıf	82
30. Mustafa Talha SOYSAL	2019	8. sınıf fen bilimleri dersinde tematik STEM eğitimi: Deprem örneği	Y.L.Tezi	8.Sınıf	81



31. Esra KÖROĞLU	2019	STEM Odaklı Etkinliklerin Sosyo-Ekonomik Açıdan Dezavantajlı Öğrencilere Etkilerinin Araştırılması	Y.L.Tezi	8.Sınıf	34
32. Yasin Yaşar YAZICI	2019	6E Öğrenme Modeline Dayalı FeTeMM Eğitiminin Girişimcilik, Tutum, Meslek İlgisine Etkisi ve Öğrenci Görüşleri	Y.L.Tezi	5.Sınıf	50
33. Uğur SARIÇAM	2019	Dijital Oyun Tabanlı STEM Uygulamalarının Öğrencilerin STEM Alanlarına İlgileri ve Bilimsel Yaratıcılığı Üzerine Etkisi: Minecraft Örneği	Y.L.Tezi	6.Sınıf	25
34. Ferhat OZAN	2019	5. sınıf kuvvetin ölçülmesi ve sürtünme ünitesine yönelik FeTeMM uygulamalarının etkililiğinin çeşitli değişkenler bağlamında incelenmesi	Y.L.Tezi	5.Sınıf	20



35. Yasemin GÖKÇE	2019	Fen Bilimleri Güneş Sistemi ve Ötesi Ünitesinde STEM Uygulamalarının Akademik Başarıya ve Kalıcılığa Etkisi	Y.L. Tezi	7.Sınıf	22
36. Dilara NECCAR	2019	Fen bilimleri dersinde STEM etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin başarısına, fene ilişkin tutumlarına ve STEM'e yönelik görüşlerine etkisi	Y.L.Tezi	6.Sınıf	37
37. Esat ÇİMENTEPE	2019	STEM etkinliklerinin akademik başarı, Bilimsel süreç becerileri ve bilgisayarca düşünme becerilerine etkisi	Y.L.Tezi	6.Sınıf	45
38. Sona ÖZLEN	2019	Sekizinci sınıf düzeyinde basit makineler konusunda Tasarım temelli stem etkinliklerinin geliştirilmesi ve etkilerinin değerlendirilmesi	Y.L.Tezi	8.Sınıf	51



39. Büşra Tuğçe KAYABAŞ	2019	Probleme dayalı okul dışı STEM etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarılarına ve karar verme becerilerine etkisi	Y.L.Tezi	7.Sınıf	42
40. Alaattin BAHŞİ	2019	STEM etkinliklerinin 8.sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine, bilimsel epistemolojik inançlarına ve fen başarılarına etkisinin incelenmesi	Y.L.Tezi	8.Sınıf	32
41. Gülsüm KAPAN	2019	7.Sınıf Fen Bilimleri Dersi Elektrik Devreleri Ünitesinde STEM Uygulamalarının Akademik Başarı, Motivasyon ve Bilimsel Süreç Becerilerine Etkisi	Y.L.Tezi	7.Sınıf	50
42. Sevim ÇETİN	2019	STEM eğitimin ortaokul öğrencilerinin akademik başarılarına etkisi	Y.L.Tezi	6. Sınıf	40



43. Merve Deveci BOZKURT	2019	Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik (FeTeMM) Yaklaşımının 6.Sınıf Madde ve Isı konusunun Öğretiminde Etkililiğinin İncelenmesi	Y.L.Tezi	6.Sınıf	28
44. Nihat ŞEN	2019	7. sınıf elektrik enerjisi ünitesinde FeTeMM yaklaşımına dayalı tasarlanan öğrenme ortamının fen bilimleri eğitimine etkileri	Y.L.Tezi	7.Sınıf	30
45. Feyza YÜKSEL	2019	Ortaokul Fen Bilimleri Dersinde STEM Uygulamalarının Öğrencilerin Öğrenme Ürünlerine Etkisi	Y.L.Tezi	5.Sınıf	24
46. Büşra BUYRUK	2019	FeTeMM eğitiminin öğrenci başarısı ve bazı değişkenler üzerindeki etkisi	Y.L.Tezi	7.Sınıf	54



47. Muhammed A. KURTULUŞ	2019	STEM etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarılarına, problem çözme becerilerine, bilimsel yaratıcılıklarına, motivasyonlarına ve tutumlarına etkisi.	Y.L.TEZİ	6.Sınıf	85
48. Müzdelife KURT	2019	STEM uygulamalarının 6. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına, problem çözme becerilerine ve STEM 'e karşı tutumlarına etkisi üzerine bir araştırma	Y.L.Tezi	6.Sınıf	26
49. Maide Mihriban AKKAYA	2019	Kuvvet ve hareket ünitesinde uygulanan STEM etkinliklerinin 6.sınıf öğrencilerinin başarı, tutum ve görüşleri üzerine etkisi	Y.L.Tezi	6.Sınıf	40
50. Ferhat Kadir GÜNDOĞDU	2019	Ortaokul 8. Sınıf Fen Bilimleri Dersindeki “Yaşamımızdaki Elektrik” Konusunda STEM Yaklaşımı İle Öğretim Tasarımı Hazırlanması ve Uygulanması	Y.L.Tezi	8.sınıf	59



51. Ferhat OZAN	2019	5.Sınıf “Kuvvetin Ölçülmesi ve Sürtünme” Ünitesine Yönelik FeTeMM Uygulamalarının Etkililiğinin Çeşitli Değişkenler Bağlamında İncelenmesi	Y.L. Tezi	5.Sınıf	20
-----------------	------	--	-----------	---------	----

52. KAYA, KIRMIZIGÜL, DEDETÜRK	2019	“Ses” Konusunun STEM Etkinlikleri ile Öğretiminin Başarıya Etkisi*	Makale	6.Sınıf	158
--------------------------------	------	---	--------	---------	-----

53. OZAN, ÇAKIR	2019	FeTeMM Etkinliklerinin 7. Sınıf Öğrencilerinin Akademik Başarıları, Yansıtıcı Düşünme Becerileri ve Motivasyonlarına Etkisi	Makale	7.Sınıf	53
-----------------	------	--	--------	---------	----

54. Mustafa ŞANLI	2019	Stem Eğitim Uygulamalarının Öğrencilerin STEM Alanlarına Yönelik Tutumları ve Fen Öğrenme Motivasyonlarına Etkisi	YL. Tezi	5.Sınıf	70
-------------------	------	--	----------	---------	----



55. Canan BİRSEN KELEŞ	2019	Fen Bilimleri Dersi Uygulamalı Bilim Ünitesi Kapsamında Geliştirilen Etkinliklerin STEM Entegrasyonu Açısından Değerlendirilmesi	YL. Tezi	5.Sınıf	12
------------------------	------	---	----------	---------	----

56. Hilmi DOĞAN	2020	5.Sınıf Fen Bilimleri Dersi Ünitelerinin Bütünleşik STEM Eğitimi Yaklaşımı ile tasarlanması, Uygulanması ve Değerlendirilmesi	D.Tezi	5.Sınıf	22
-----------------	------	---	--------	---------	----

57. Çağrı GÜVEN	2020	STEM uygulamaları ile zenginleştirilmiş 7E Öğrenme Modeli'nin 5. sınıf öğrencilerinin bilişsel süreç becerilerine etkisi	D.Tezi	5. Sınıf	40
-----------------	------	--	--------	----------	----

58. 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	Y.L.Tezi	7.Sınıf	50
----------------	------	---	----------	---------	----



59. Emine GÜLSEVEN	2020	Argümantasyon temelli Fetemm eğitiminin 7. sınıf öğrencilerinin kuvvet ve enerji ünitesine yönelik akademik başarılarına, tutumlarına ve argümantasyon seviyelerine etkisi	Y.L.Tezi	7.Sınıf	64
60. Derya GÜNEŞ VAROL	2020	Tasarım Temelli STEM Eğitimi Etkinliklerinin 7.Sınıf Öğrencilerinde Akademik Başarıları, STEM'e Yönelik Tutumlara ve STEM Meslek İlgisine Olan Etkisinin Belirlenmesi	Y.L.Tezi	7.Sınıf	42
61. Sibel ÖZASLAN	2019	Işığın kırılması ve mercekler ünitesine yönelik STEM yaklaşımına göre geliştirilen etkinliğin öğrencilerin akademik başarısına ve tutumuna etkisi	Y.L.Tezi	7.Sınıf	70
62. ERGÜN, BALÇIN	2019	Probleme Dayalı FeTeMM Uygulamalarının Akademik Başarıya Etkisi	Makale	6.Sınıf	19



63. Taşçı, Şahin	2020	Tersine Mühendislik Uygulamalarının Ortaokul Öğrencilerinin Akademik Başarı ve Problem Çözme Becerilerine Etkisi	Makale	8.Sınıf	56
------------------	------	--	--------	---------	----

64. OZAN, SAĞIR	2020	FeTeMM Etkinliklerinin Ortaokul Öğrencilerinin Bilimin Doğası hakkındaki Görüşlerine etkisi	Makale	5.Sınıf	20
-----------------	------	---	--------	---------	----

65. GÖK,GÜLEN,AYAZ	2020	STEM Etkinliklerinin Uygulanması Sürecinde Elektronik Portfolyo Kullanımının Sekizinci Sınıf Öğrencilerinin Fen Bilimleri Dersi Akademik Başarısına ve STEM Tutumuna Etkisinin İncelenmesi	Makale	8.Sınıf	44
--------------------	------	--	--------	---------	----

66. Özge BİKE	2020	Ortaokul 7.Sınıf Öğrencilerinin STEM Eğitiminin Yönelik Tutum Düzeylerinin Öğrenme Stilleri Açısından Değerlendirilmesi	Y.L.Tezi	7.Sınıf	173
---------------	------	---	----------	---------	-----



67. FERDA KARA	2022	STEM Yaklaşımına Dayalı Öğrenme Etkinliklerinin Ortaokul Öğrencileri Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi	Y.L.Tezi	5.Sınıf	71
68. Ezgi TURGUTALP	2021	8.Sınıf Basınç Konusunda STEM Öğretme-Öğrenme Modelinin Uygulanmasının Öğrenci Başarısına ve Girişimcilik Becerisine Etkisinin Araştırılması	Y.L.Tezi	8.Sınıf	40
69. Burcu ÇİMEN	2021	Evsel Atıklar ve Geri Dönüşüm Konusunda Uygulanan Probleme Dayalı STEM Etkinliklerinin Öğrencilerin Akademik Başarı ve Farkındalığı Üzerindeki Etkisi	Y.L.Tezi	7.Sınıf	30
70. Hasan DEMİR	2021	Doğada STEM Etkinliklerinin 7.Sınıf Öğrencilerinin Çevresel Tutumlarına, Bilimsel Yaratıcılıklarına, Yansıtıcı Düşünme Becerilerine, STEM Meslek Alan İlgilerine ve Tutumlarına Etkisi	Y.L.Tezi	7.Sınıf	74



71. Emine KAHRAMAN	2021	STEM Eğitiminin Ortaokul Öğrencilerinin STEM Mesleklerine Yönelik İlgilerine, Bilimsel Yaratıcılıklarına ve Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyonlarına Etkisinin Araştırılması	D.Tezi	8.Sınıf	98
72. Kevser HERDEM	2021	STEM Etkinliklerinin 7.Sınıf Öğrencilerinin Bilimsel Değerlere Eğilimi ve STEM Mesleklerine Yönelik İlgileri Üzerindeki Etkisi	D.Tezi	7.Sınıf	68
73. Fatih TOPRAK	2021	Fen Bilimleri Dersi 7.Sınıf Aynalarda Yansıma ve Işığın Soğurulması Konusundaki STEM Uygulamalarının Etkisinin Çeşitli Değişkenler Açısından İncelenmesi	D.Tezi	7.Sınıf	45
74. SİNAN ESLEK	2022	Ortaokul Fen Bilimleri Dersine FETEMM Aktiviteleri Entegre Edilmesi: Öğrencilerin FETEMM ilgilerine, tutumlarına ve kariyer hedeflerine etkisi	D.Tezi	7.sınıf	64

ÖZGEÇMİŞ

Araştırmacı, İlkokul, ortaokul ve lise öğrenimini İstanbul'da tamamlamıştır. Lisans öğrenimini Bolu Abant İzzet Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği programında, yüksek lisans öğrenimini ise aynı üniversitede Sosyal Bilimler Enstitüsü Fen Bilgisi Öğretmenliği bölümünde tamamlamıştır. 2004-2011 yılları arasında ücretli öğretmenlik, 2012 yılı atamasıyla birlikte ise kadrolu öğretmenlik yapmaya başlamıştır. Doktora öğrenimini ise Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi'nde yine Fen Bilgisi Eğitimi alanında tamamlamıştır. Evli ve iki çocuk annesi olan araştırmacı, Kocaeli Derince ilçesinde bir ortaokulda halen Fen Bilimleri öğretmeni olarak görev yapmaktadır.

İletişim Bilgileri:

Adres.

Tel: