



HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Matematik ve Fen Bilgisi Eğitimi Ana Bilim Dalı

Fen Bilgisi Eğitimi Programı

STEM EĞİTİMİNİN ETKİSİNİN SİSTEMATİK DERLEME, VERİ MADENCİLİĞİ VE META-
ANALİZ YOLUYLA İNCELENMESİ

Şeyma IRMAK

Doktora Tezi

Ankara, 2023

Liderlik, araştırma, inovasyon, kaliteli eğitim ve değişim ile

Daha ileriye ... En İyiyeye ...



Matematik ve Fen Bilgisi Eğitimi Ana Bilim Dalı

Fen Bilgisi Eğitimi Programı

STEM EĞİTİMİNİN ETKİSİNİN SİSTEMATİK DERLEME, VERİ MADENCİLİĞİ VE META-
ANALİZ YOLUYLA İNCELENMESİ
INVESTIGATION OF THE EFFECT OF STEM EDUCATION VIA SYSTEMATIC REVIEW,
DATA MINING AND META ANALYSIS

Şeyma IRMAK

Doktora Tezi

Ankara, 2023

Kabul ve Onay

Eğitim Bilimleri Enstitüsü M¼d¼rl¼đ¼ne,

Œeyma IRMAK'ın hazırladığı “STEM Eğitiminin Etkisinin Sistematik Derleme, Veri Madenciliği Ve Meta-Analiz Yoluyla” baŒlıklı bu alıŒma j¼rimiz tarafından **Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı, Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalında Doktora Tezi** olarak kabul edilmiŒtir.

J¼ri BaŒkanı

İmza

J¼ri Üyesi (DanıŒman)

İmza

J¼ri Üyesi

İmza

J¼ri Üyesi

İmza

J¼ri Üyesi

İmza

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Lisans¼st¼ Eğitim, Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki j¼ri üyeleri tarafından / / tarihinde uygun gör¼lm¼Œ ve Enstit¼ Yönetim Kurulunca / / tarihi itibarıyla kabul edilmiŒtir.

Prof. Dr. Selahattin GELBAL

Eğitim Bilimleri Enstitüsü M¼d¼r¼

Öz

Bu araştırmanın amacı, STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine ve STEM alanlarına yönelik kariyer ilgisine etkisini sistematik derleme, veri madenciliği ve meta-analiz yoluyla incelemektir. Dokuz veri tabanı oluşturulan anahtar kelimeler ile taranmıştır. STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisini inceleyen 36 araştırmaya, STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin STEM alanlarına yönelik kariyer ilgisine etkisini inceleyen sadece dört araştırmaya ulaşılmıştır. Bu sebeple, STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisini inceleyen araştırmaların dağılımı ve eğiliminin yanı sıra CMA programı ile meta-analizi ve moderatör analizi, R programı ile moderatörlerin önem analizi ve mevcut verilerin kombinasyonu ile gelecekte Türkiye’de yürütülebilecek araştırmalar için etki büyüklüğü temelinde tahmin analizi yapılmıştır. STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine yüksek düzeyde etkide bulunduğu tespit edilmiştir ($d=1,136$). Yaş, disiplin, STEM eğitiminin uygulanma süresi ve ülke değişkenlerinin STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerileri etkilemede önemli değişkenler olduğu anlaşılmıştır. STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisinde moderatörlerin önem düzeyinin sırasıyla yaş, disiplin, STEM eğitiminin uygulanma süresi ve ülke olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca önem ve tahmin analizi sırasında mevcut veriler arasındaki tutarsızlıktan hareketle eğitim bilimleri alanındaki çalışmaların perde arkasındaki sosyolojik, pedagojik, psikolojik faktörler düşünülerek farklı değişkenler temelinde yürütülmüş araştırmalara ihtiyacın olduğu anlaşılmıştır.

STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki STEM alanlarına yönelik kariyer ilgisine etkisini inceleyen araştırmalar incelendiğinde örneklem grubunun ortaokul öğrencileri olması ve STEM eğitiminin fizik disiplininde yürütülmesi dikkat çekmiştir.

Anahtar sözcükler: STEM eğitimi, üst düzey düşünme becerileri, STEM alanlarına yönelik kariyer ilgisi, sistematik derleme, meta-analiz, veri madenciliği, rastgele orman algoritması.

Abstract

The purpose of this research is to examine the effect of STEM education on higher-order thinking skills (HOTs) and career interest in STEM fields (CI-STEM) of K-12 students through systematic review, data mining and meta-analysis. Nine databases were searched with the generated keywords. Thirty six studies examining the effect of STEM education on the HOTs of students at the K-12 and only four studies examining the effect of STEM education on the CI-STEM of students at the K-12 were reached. Therefore, meta and moderator analysis of 36 studies examining the effect of STEM education on HOTs of K-12 students was analyzed with the CMA, importance and prediction analysis was analyzed with the R program. It has been determined that STEM education has a high effect on the HOTs of K-12 students ($d=1,136$). Moreover, it has been understood that age, discipline, duration of STEM education and country are important variables in influencing the HOTs of K-12 students of STEM education. It was concluded that the level of importance of moderators in the effect of STEM education on the HOTs of K-12 students is age, discipline, duration of STEM education, and country, respectively. During the importance and prediction analysis, based on the inconsistency between the available data, the sociological, pedagogical, and psychological factors behind the studies in the field of educational sciences were considered. When the studies examining the effect of STEM education on CI-STEM at the K-12 education level were examined, it was remarkable that the sample group was middle school students and that STEM education was conducted in the discipline of physics.

Keywords: STEM education, higher order thinking skills, career interest in STEM fields, systematic review, meta-analysis, data mining, random forest algorithm.

Teşekkür

Bu tezin hazırlanma sürecinde ilgisi ve tecrübeleriyle bana yol gösteren, hem akademik hem sosyal yaşantımda desteklerini asla esirgemeyen, öğrencisi olmaktan her zaman gurur duyacağım danışmanım Prof. Dr. Fitnat Kaptan'a,

Tanımdan mutluluk duyduğum, bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşarak görüş ve önerileri ile tezimi zenginleştiren Doç. Dr. Bilge Gök, Doç. Dr. Mehmet İkbâl Yetişir, Doç. Dr. Kaan Batı ve Dr. Öğretim Üyesi Hakkı İlker Koştur'a,

Her zaman olduğu gibi bu süreçte de hep yanımda olan, bu tezin hazırlanma sürecinde fikirlerine başvurduğum, beni sevgi ve ilgiyle destekleyerek zorlu süreçlerimi kolaylaştıran kıymetli arkadaşlarım Arş. Gör. Dr. Duygu Yılmaz Ergül ve Arş. Gör. Dr. Elif Yalvaç Ertuğrul'a, Arş. Gör. Ayşe Gül Özaşkın Arslan'a,

Süreçteki ilgisi ve destekleriyle beni her zaman motive eden, yüreklendiren kıymetli arkadaşlarım Dr. Öğretim Üyesi Ayşegül Erçevik ve Arş. Gör. Dr. Ayşe Ceren Atmaca Aksoy'a,

Hayatımın her döneminde olduğu gibi bu süreçte de en büyük destekçim olan sabırlı tutumları ve moral veren sözleri ile hayata hep umut dolu bakmamı sağlayan aileme,

Her zaman yanımda olup bana gösterdiği sevgi, ilgi, anlayış ve desteği için eşim Hüseyin İrmak'a minnettarım.

İçindekiler

Kabul ve Onay.....	ii
Öz.....	iii
Abstract.....	v
Teşekkür.....	vi
Tablolar Dizini.....	ix
Şekiller Dizini.....	xi
Simgeler ve Kısaltmalar Dizini.....	xii
Bölüm 1 Giriş.....	1
Problem Durumu.....	1
Araştırmanın Amacı ve Önemi.....	3
Araştırma Problemi.....	5
Sayıtlılar.....	6
Sınırlılıklar.....	7
Tanımlar.....	8
Bölüm 2 Araştırmanın Kuramsal Temeli ve İlgili Araştırmalar.....	9
STEM Nedir?.....	9
Bütünleşik STEM Eğitimi Nedir?.....	11
STEM Eğitiminin Amaçları Nedir?.....	12
Üst Düzey Düşünme Becerileri Nelerdir?.....	14
STEM Alanlarına Yönelik Kariyer İlgisi.....	16
Bölüm 3.....	19
Yöntem.....	19
Dâhil Etme ve Hariç Tutma Kriterleri.....	23
Veri Toplama Süreci.....	26
Verilerin Analizi.....	33
Bölüm 4 Bulgular, Yorumlar ve Tartışma.....	36

STEM Eğitiminin Öğrencilerin Üst Düzey Düşünme Becerilerine Etkisini İnceleyen Araştırmaların Genel Özellikleri	36
STEM Eğitiminin K-12 Öğrenim Düzeyindeki Öğrencilerin Üst Düzey Düşünme Becerilerine Etkisi.....	61
STEM Eğitiminin K-12 Öğrenim Düzeyindeki Öğrencilerin Kariyer İlgisine Etkisini İnceleyen Araştırmaların Genel Özellikleri	88
Bölüm 5 Sonuç ve Öneriler.....	96
STEM Eğitiminin K-12 Öğrenim Düzeyindeki Öğrencilerin Üst Düzey Düşünme Becerilerine Etkisini İnceleyen Araştırmalara Yönelik Sonuçlar ve Öneriler	96
STEM Eğitiminin K-12 Öğrenim Düzeyindeki Öğrencilerin Kariyer İlgisine Etkisini İnceleyen Araştırmalara Yönelik Sonuçlar ve Öneriler	104
Kaynaklar	107
EK-A: Araştırma Etik Komisyonu Onay Bildirimi.....	cxxxv
EK-B: Etik Beyanı.....	cxxxvi
EK-C: Doktora Tez Çalışması Orijinallik Raporu	cxxxvii
EK-Ç: Thesis/Dissertation Originality Report.....	cxxxviii
EK-D: Yayımlama ve Fikrî Mülkiyet Hakları Beyanı.....	cxxxix

Tablolar Dizini

Tablo 1 <i>Etki Büyüklüğü Değeri Hesaplamada Kullanılan Formüller</i>	30
Tablo 2 <i>PRISMA Akış Şeması</i>	38
Tablo 3 <i>STEM Eğitiminin K-12 Öğrenim Düzeyindeki Öğrencilerin Üst Düzey Düşünme Becerilerine Etkisini İnceleyen Araştırmaların Yazar, Yıl, Örneklem ve Ülke Bilgileri</i>	39
Tablo 4 <i>STEM Eğitiminin K-12 Öğrenim Düzeyindeki Öğrencilerin Üst Düzey Düşünme Becerilerine Etkisini İnceleyen Araştırmaların Geliştirmeye Çalıştığı Üst Düzey Düşünme Becerileri Türü, STEM Eğitiminin Uygulandığı Öğretim Konusu, STEM Eğitiminin Ders Saati Olarak Uygulanma Süresi Bilgileri</i>	47
Tablo 5 <i>STEM Eğitiminin K-12 Öğrenim Düzeyindeki Öğrencilerin Üst Düzey Düşünme Becerilerine Etkisini İnceleyen Araştırmaların STEM Eğitiminin Uygulandığı Disiplin Alanı, Kontrol Grubunda Uygulanan Öğretim Yöntemi Ve Deney Grubunda Uygulan STEM Eğitimi Bilgileri</i>	52
Tablo 6 <i>STEM Eğitiminin K-12 Öğrenim Düzeyindeki Öğrencilerin Üst Düzey Düşünme Becerilerine Etkisini İnceleyen Araştırmaların Homojenlik/Heterojenlik Testi Sonuçları</i>	63
Tablo 7 <i>STEM Eğitiminin K-12 Öğrenim Düzeyindeki Öğrencilerin Üst Düzey Düşünme Becerilerine Etkisini İnceleyen Araştırmaların Genel Etki Büyüklüğünü Gösteren Tablo</i>	65
Tablo 8 <i>Rastgele Etkiler Modeline Göre STEM Eğitiminin Yaş Grubuna Göre Üst Düzey Düşünme Becerilerine Yönelik Etkisini Gösteren Analog ANOVA Sonuçları</i>	70
Tablo 9 <i>Rastgele Etkiler Modeline Göre STEM Eğitiminin Uygulanma Süresine Göre K-12 Öğrenim Düzeyindeki Öğrencilerin Üst Düzey Düşünme Becerilerine Yönelik Etkisini Gösteren Analog ANOVA Sonuçları</i>	72
Tablo 10 <i>Rastgele Etkiler Modeline Göre Disiplinlerin STEM Eğitiminin K-12 Öğrenim Düzeyindeki Öğrencilerin Üst Düzey Düşünme Becerilerine Yönelik Etkisini Gösteren Analog ANOVA Sonuçları</i>	74
Tablo 11 <i>Rastgele Etkiler Modeline Göre Ülkelerin STEM Eğitiminin K-12 Öğrenim Düzeyindeki Öğrencilerin Üst Düzey Düşünme Becerilerine Yönelik Etkisini Gösteren Analog ANOVA Sonuçları</i>	76

Tablo 12 STEM Eğitiminin K-12 Öğrenim Düzeyindeki Öğrencilerin Üst Düzey Düşünme Becerilerine Etkisini İnceleyen Araştırmaların Verilerinde Örnek Bir Tutarsızlık.....	79
Tablo 13 STEM Eğitiminin K-12 Öğrenim Düzeyindeki Öğrencilerin Üst Düzey Düşünme Becerilerine Etkisini İnceleyen Araştırmalardaki Aykırı Veriler	80
Tablo 14 STEM Eğitiminin K-12 Öğrenim Düzeyindeki Öğrencilerin Üst Düzey Düşünme Becerilerine Etkisini İnceleyen Araştırmalarda Belirlenen Moderatörlerin Önem Dereceleri	81
Tablo 15 STEM Eğitiminin K-12 Öğrenim Düzeyindeki Öğrencilerin Üst Düzey Düşünme Becerilerine Etkisine Yönelik Moderatörlerin Önem Düzeyi ve Etki Büyüklüklerinin Özet Şeklinde Gösterimi.....	82
Tablo 16 STEM Eğitiminin K-12 Öğrenim Düzeyindeki Öğrencilerin Üst Düzey Düşünme Becerilerine Etkisini İnceleyecek Araştırmalar İçin Etki Büyüklüğü Tahmin Yolu İle Üretilen Veri Seti Tablosu (Türkiye) (MAE=0,5748).....	84
Tablo 17 STEM Eğitiminin K-12 Öğrenim Düzeyindeki Öğrencilerin Kariyer İlgisine Etkisini Araştırmaların Yazar, Yıl, Örneklem Ve Ülke Bilgileri.....	90
Tablo 18 STEM Eğitiminin K-12 Öğrenim Düzeyindeki Öğrencilerin Kariyer İlgisine Etkisini Araştırmaların STEM Eğitiminin Uygulandığı Öğretim Konusu, Ders Saati Olarak Uygulanma Süresi Ve Kontrol İle Deney Grubunda Uygulanan Öğretim Yöntemi Bilgileri.....	93
Tablo 19 STEM Eğitiminin K-12 Öğrenim Düzeyindeki Öğrencilerin Kariyer İlgisine Etkisini Araştırmaların İstatistiksel Bilgileri.....	94

Şekiller Dizini

Şekil 1 Sistemik derleme süreci (Newman & Gough, 2020)	20
Şekil 2 Araştırma soruları oluşturulurken derlemeye dâhil edilecek çalışmaların kriterlerinin PICOS'a göre belirlenmesi.....	24
Şekil 3 STEM Eğitiminin K-12 Öğrenim Düzeyindeki Öğrencilerin Üst Düzey Düşünme Becerilerine Etkisini İnceleyen Araştırmaların Yıllara Göre Dağılımı....	41
Şekil 4 STEM Eğitiminin K-12 Öğrenim Düzeyindeki Öğrencilerin Üst Düzey Düşünme Becerilerine Etkisini İnceleyen Araştırmaların Ülkelere Göre Örneklem Grubu Düzeyi	44
Şekil 5 STEM Eğitiminin K-12 Öğrenim Düzeyindeki Öğrencilerin Üst Düzey Düşünme Becerilerine Etkisini İnceleyen Araştırmaların Yayın Dili ve Türüne Göre Dağılımı.....	46
Şekil 6 STEM Eğitiminin K-12 Öğrenim Düzeyindeki Öğrencilerin Üst Düzey Düşünme Becerilerine Etkisini İnceleyen Araştırmaların Kullandıkları Ölçüm Araçlarına Göre Dağılımı.....	51
Şekil 7 STEM Eğitiminin K-12 Öğrenim Düzeyindeki Öğrencilerin Üst Düzey Düşünme Becerilerine Etkisini İnceleyen Araştırmalardaki Etkinliklerin Disiplinlere Göre Dağılımı.....	59
Şekil 8 STEM Eğitiminin K-12 Öğrenim Düzeyindeki Öğrencilerin Üst Düzey Düşünme Becerilerine Etkisini İnceleyen Araştırmalar İçin Oluşturulan Huni Grafiği	62
Şekil 9 STEM Eğitiminin K-12 Öğrenim Düzeyindeki Öğrencilerin Üst Düzey Düşünme Becerilerine Etkisini İnceleyen Araştırmaların Genel Etki Büyüklüğünü Gösteren Orman Grafiği.....	67
Şekil 10 Rastgele Orman Algoritması Uygulama Akışı.....	78
Şekil 11 Prisma Akış Şeması	89
Şekil 12 STEM Eğitiminin K-12 Öğrenim Düzeyindeki Öğrencilerin Kariyer İlgisine Etkisini Araştırmaların Yıllara Göre Dağılımı	91
Şekil 13 STEM Eğitiminin K-12 Öğrenim Düzeyindeki Öğrencilerin Kariyer İlgisine Etkisini Araştırmaların Yayın Dili Ve Türüne Göre Dağılımı	92

Simgeler ve Kısaltmalar Dizini

PICOS: Population, Intervention, Comparison, Outcomes, Study design

PRISMA: The Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta- Analysis

STEM: Science, Technology, Engineering, Mathematics

CI: Confidence Interval

SH: Standart Hata

p: Anlamlılık Düzeyi

MAE: Mean Absolute Error

IncMSE: Increase in Mean Square Error

Bölüm 1

Giriş

Araştırmanın bu bölümünde problem durumu sunulmuş, amaç, esas problem ve alt problemler, sayılılar, sınırlılıklar ve tanımlara dair açıklamalarda bulunulmuştur.

Problem Durumu

Şüphesiz son zamanların en popüler araştırma konusu STEM eğitimi ve bu öğretim yaklaşımının bireylere, ülkeye ve ekonomiye etkisi ve katkısıdır. Bu popülerliğin temel sebebi, bu zamana kadar öne sürülen ve test edilen hiçbir öğretim yaklaşımının süregelen küresel rekabette bu denli etkili bir faktör olmadığına yönelik inanıştır. Diğer bir ifadeyle, STEM ülkeler arası ekonomik rekabeti etkileyebilecek ve değiştirebilecek bir öğretim yaklaşımı olarak görülmektedir. Bünyesinde diğer öğretim yaklaşımlarının sunduğu birçok beceri edinimini barındıran STEM, bilinen en kısa haliyle fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin bütünleşik olarak öğretilmesidir. En sık kullanılan tanımı bu olsa da literatürde STEM eğitiminin tanımına dair henüz bir uzlaşmanın olmadığı görülmektedir. STEM, kimilerine göre fen, teknoloji, mühendislik ve matematik müfredatının bütünleşik şekilde öğretilerek gerçek hayattaki bir bilim insanının veya mühendisin çalışmasına paralel bir bakış açısına sahip olma süreci iken, kimilerine göre de ülkelerin rekabet gücünü devam ettirebilmesi için fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarının yine bütünleşik şekilde öğretilerek bu alanlardan daha fazla öğrenciyi mezun etmede itici bir güç olmasıdır (Breiner, Harkness, Johnson & Koehler, 2012; Labov, Reid & Yamamoto, 2010; Sanders, 2009; Talanquer, 2004). Bu ifadelerden de anlaşılacağı üzere, araştırmacılar STEM eğitimini açıklarken tanımından ziyade sürecini ve etkilerini vurgulamaktadır. Dolayısıyla, literatürde STEM eğitime yönelik uzlaşmanın disiplinlerin bütünleşik olarak öğretilmesi ve bu sayede bireylerin üst düzey düşünme becerileri kazanarak STEM alanlarına yönelik kariyer tercihinde bulunmaları yönünde olduğu anlaşılmaktadır (Bybee, 2010; LaForce ve diğerleri, 2016; Martín-Páez ve

diğerleri, 2019). STEM eğitiminin ortaya çıkışı en az tanımı kadar belirsizdir. Ancak Amerika Birleşik Devletleri'nde Robert Solow ve Moses Abramovitz'in 1950'lerde yaptığı bir araştırmada, 1890-1950 yılları arasında kişi başına düşen gelirden ölçülen artışın %85 oranında teknolojiye kaynaklandığı sonucunun STEM eğitiminin doğuşuna yol açtığı söylenebilir (Committee on Prospering in the Global Economy of the 21st Century, 2007). Solow ve Abramovitz'in ulaştığı bu sonuç, teknolojinin bir ülke için ne kadar önemli olduğunu ortaya çıkarmakla kalmamış, refah seviyesini devam ettirebilmek için mevcut teknolojik faaliyetlerin günden güne gelişmesinde kritik düzeyde insan gücüne ihtiyacın olduğunu göstermiştir. Bu sebeple, Amerika'da K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin fen, matematik ve teknoloji alanlarında donanımlı şekilde yetiştirilmesi için her alandan uzman kişilerin olduğu çeşitli komiteler kurularak ve uzun irdelemeler ile değerlendirmeler yapılarak STEM eğitiminin temellerini oluşturan kararlar alınmıştır (Committee on Prospering in the Global Economy of the 21st Century, 2007). Amerika'daki birçok kurum (National Research Council [NRC], National Science Teaching Association, National Science Foundation [NSF], American Association for the Advancement of Science) bu kararları destekleyerek STEM eğitiminin uygulanmasına yönelik çağrıda bulunmuştur. Amerika'nın STEM eğitimine yönelik bu yoğun girişimi, birçok araştırmacının, eğitim politikacısının ve hatta ülke yöneticilerinin dikkatini çekmiş, fen, teknoloji ve matematik bilgi ve becerileri ile mühendislik becerilerine sahip, yenilikçi, problem çözücü, işbirlikli çalışma kabiliyeti yüksek, nitelikli ve donanımlı şekilde yetişmiş insan gücüne ancak STEM eğitimi aracılığıyla sahip olunacağını algısını oluşturmuştur. Dolayısıyla, STEM eğitiminin vaatleri sadece Amerika'daki araştırmacıların değil; eğitimle, küresel rekabetle, ekonomi ile ilgilenenlerin dikkatini çekmiştir ve özellikle eğitim bilimleri başta olmak üzere her alanda çalışan kişileri STEM eğitimi ve etkilerine yönelik araştırmalar yapmaya sevk etmiştir. Ancak STEM eğitiminin uygulanması için önemli miktarda bir bütçeye, öğretim programlarının yeniden düzenlenmesine, STEM eğitimini uygulayabilecek nitelikteki öğretmenlere ihtiyacın olması (Committee on Prospering in the Global Economy of the 21st Century, 2007; Johnson, 2012; Connors-Kellgren ve diğerleri, 2016; Hsu & Fang,

2019) bu sürecin kolay ve hızlı gerçekleşmeyeceğini de göstermiştir. Yine de birçok araştırmacı, STEM eğitimi ve etkileri hakkında daha çok bilgi edinebilmek için araştırmalarını yürütmeye gayret göstermiştir. Bu çaba halen devam etmekte ve STEM eğitimine yönelik araştırmaların sayısı gün geçtikçe artmaktadır. Dolayısıyla, literatürde STEM eğitimi ile ilgili çok sayıda araştırma bulunmaktadır. Sadece Google Scholar üzerinden “STEM education” anahtar kelimeleri ile yapılan basit bir taramada dahi 2023 yılına kadar yayınlamış olan 196,000 araştırmaya ulaşılmaktadır. Her bir araştırmacının STEM eğitimini anlamada, etkilerini ve uygulanış sürecini belirlemede literatüre önemli bir katkı sağladığı yadsınamaz bir gerçektir. Ancak bu kadar çok araştırmayı inceleyebilmek, farklı kültürlerde, yaş gruplarında veya disiplinlerde uygulanan STEM eğitimi hakkında karşılaştırma yapmak ve derinlemesine bilgi edinmek bazen zorlayıcı olabilir.

Araştırmacının Amacı ve Önemi

Literatürde çok sayıdaki araştırmacının sonuçları arasında kaybolmadan öz bilgiyi edinebilmede kolaylaştırıcı bir yöntem olarak ikincil veri analizine dayalı araştırmalar önerilmekte ve oldukça değer görmektedir (Duncan, 1991; Jackson, 1991; Leviton & Cook, 1981). Çünkü bu araştırmalar mevcut durumu ortaya koymakta, araştırmaları irdelerek dağılım ve eğilimi belirlemekte, ilgili konunun genel etkisini tespit etmekte ve literatüre genellenebilir sonuçlar sunmaktadır. Ayrıca literatürde henüz araştırılmayan ya da bulgusu nadir olan değişkenler için araştırmacılara yol göstermektedir. STEM eğitimi hakkında da öz bilgiyi edinebilmek, mevcut araştırmaların karakteristik özelliklerinin dağılımını ve eğilimini belirleyebilmek (sistemik derleme), geleceği yönlendireceğine inanılan bu öğretim yaklaşımının gerçek etkisini tespit edebilmek ve gelecekteki araştırmaları bu etkiye göre şekillendirebilmek için literatürdeki araştırmaların belirli özellikler çerçevesinde gruplandırılarak ikincil bir veri analizine ihtiyacın olduğu düşünülmüştür. Burada bahsedilen ikincil veri analizi, planlı ve tekrarlanabilir bir literatür taraması ve araştırmaların yöntemlerine göre çeşitli değerlendirmeler yapılarak sonuçların özetlenebilir şekilde incelenmesidir (Johnson, 2012; Stewart & Kamins, 1993). STEM

eğitiminin temel amacının bireylerin üst düzey düşünme becerilerini geliştirmek ve STEM alanlarına yönelik kariyer ilgisine etkisini artırmak (Bybee, 2013; Committee on Prospering in the Global Economy of the 21st Century, 2007; NRC, 2011) olduğu düşünüldüğünde bu kapsamda yürütülecek ikincil bir veri analizi araştırmasının amaç ve sonuç arasındaki etkiyi belirlemede yol gösterici olacağı düşünülmüştür. Özellikle, STEM eğitiminin başka bir öğretim ile karşılaştırıldığı deneysel araştırmaların ikincil veri analizi, yani meta-analiz, STEM eğitiminin etkisi hakkında genellenebilir ve özetlenebilir istatistikî değerler sunabilir. İlgili literatür incelendiğinde, STEM eğitimi üzerine meta-analiz ile yürütülen araştırmalara rastlamak mümkündür (Belland ve diğerleri, 2015; Belland ve diğerleri, 2017; Belland ve diğerleri, 2017; Jeong ve diğerleri, 2019; Wang ve diğerleri, 2022). Ancak bu araştırmalar genellikle akademik başarı ya da STEM eğitiminde kullanılan bilgisayar destekli programların problem çözme becerisine odaklanmaktadır. Ayrıca bu araştırmaların bir kısmında yaş, uygulama süresi, disiplin gibi birçok faktörün STEM eğitiminin etkisinin incelendiği bağımlı değişkeni yordama düzeyi meta-regresyon aracılığıyla belirlenmemiştir. Meta-regresyon yapılan araştırmalarda ise tüm değişkenleri kapsayan çoklu regresyon analizlerinin yapılmadığı görülmektedir. Eğitim alanında yürütülen deneysel araştırmalarda araştırılan bağlamı etkileyen faktörlerin bir kısmını tamamen kontrol altında tutmak imkânsızdır. Fakat kontrol edilebilen tüm faktörlerin araştırılan durumu yordama düzeyini belirlemek konu ile ilgili detaylı bilgi sunabilir. Dolayısıyla son yılların en çok ilgi gören STEM eğitimi yaklaşımının bu analizler irdelenmesinin gerektiği düşünülmüştür. İlgili literatürde STEM eğitiminin temel hedeflerinden olan bireylerin üst düzey düşünme becerilerine ve/veya STEM alanlarına yönelik kariyer ilgisine etkisini belirleyen sistematik derleme, meta-analiz veya veri madenciliği yoluyla meta-regresyonuna yönelik araştırmalara rastlanamamıştır. Yaklaşık son 20 yıldır STEM eğitiminin dünya gündeminde olduğu düşünüldüğünde, bahsedilen bu eksikliği tamamlamak, STEM eğitimi ve etkileri hakkında genel ve derinlemesine bilgi edinmek ve yürütülecek diğer araştırmalara katkı sağlayabilmek için bu araştırmada STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine ve STEM

alanlarına yönelik kariyer ilgisine etkisini inceleyen araştırmaların sistematik derlemesi, veri madenciliği yoluyla meta-regresyonu ve meta-analizi yapılması amaçlanmıştır.

Araştırma Problemi

İkincil veri analizine dayalı araştırmalarda literatürden elde edilen her bir araştırma veri olarak kabul edilmektedir. Verilerin sayısına göre araştırmanın alt problemleri değişebilir. Diğer bir ifadeyle, ikincil veri analizi ile yürütölen araştırmalarda veri toplama süreci tamamlanmadan önce problem durumu kesin olarak belirlenemez. Ancak araştırmanın temel problemi araştırılacak konunun literatürdeki dağılımını ve eğilimini belirlemeye yönelik sistematik derleme kapsamında incelenebilir.

Bu araştırmanın iki temel problemi bulunmaktadır. Bunlar;

1. STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisini inceleyen araştırmaların genel özellikleri nelerdir?
2. STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin STEM alanlarına yönelik kariyer ilgisine etkisini inceleyen araştırmaların genel özellikleri nelerdir?

Alt Problemler

Bu araştırmada veri toplama süreci tamamlandıktan sonra “STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisini inceleyen araştırmaların genel özellikleri nelerdir?” temel problemi kapsamında yeterli sayıda veriye ulaşıldığı için belirlenen alt problemler aşağıdaki gibidir;

1. STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisi nedir?
 - a. Yaş değişkeni STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini nasıl etkiler?

- b. STEM eğitiminin uygulanma süresi STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini nasıl etkiler?
 - c. Disiplin değişkeni STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini nasıl etkiler?
 - d. Ülke değişkeni STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini nasıl etkiler?
2. Yaş, STEM eğitiminin uygulanma süresi, disiplin ve ülke değişkenleri STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerindeki değişimi ne düzeyde yordamaktadır?
 - a. Yaş, STEM eğitiminin uygulanma süresi, disiplin ve ülke değişkenlerinin STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisine yönelik önem seviyeleri nedir?
 - b. Mevcut verilerin analizi ile henüz yürütülmemiş STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisini inceleyecek araştırmalar için tahmini etki büyüklüğü değerleri nedir?

Bu araştırmada veri toplama süreci tamamlandıktan sonra “STEM eğitimin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin STEM alanlarına yönelik kariyer ilgisine etkisini inceleyen araştırmaların genel özellikleri nelerdir?” temel problemi kapsamında yeterli sayıda veriye ulaşılamadığı için herhangi bir alt problem belirlenememiştir.

Sayıtlılar

Bu araştırmanın sayıtlıları şu şekildedir;

1. STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine ve STEM alanlarına yönelik kariyer ilgisine etkisini inceleyen araştırmalara ulaşmak için taranan Google Akademik, Web of Science,

Springer Link, SCOPUS, SCIRP, Proquest, ERIC, EBSCO ve DOAJ veri tabanlarının yeterli sayıda olduğu varsayılmıştır.

2. Veri tabanlarının taranması esnasında oluşturulan anahtar kelimelerin STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine ve STEM alanlarına yönelik kariyer ilgisine etkisini inceleyen araştırmalara ulaşmak için uygun olduğu varsayılmıştır.
3. Veri tabanları aracılığıyla ulaşılan STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine ve STEM alanlarına yönelik kariyer ilgisine etkisini inceleyen araştırmaların birincil ve ikincil kriterlere göre incelenmesinde hata yapılmadığı varsayılmıştır.

Sınırlılıklar

Bu araştırmanın sınırlılıkları şu şekildedir;

1. STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine ve STEM alanlarına yönelik kariyer ilgisine etkisini inceleyen araştırmalara ulaşmak için taranan veri tabaları Google Akademik, Web of Science, Springer Link, SCOPUS, SCIRP, Proquest, ERIC, EBSCO ve DOAJ ile sınırlıdır.
2. Bu araştırmaya dâhil edilen araştırmaların yayın yılı 2011-2021 arasındadır.
3. Bu araştırmaya dâhil edilen çalışmaların yayın dili Türkçe ve İngilizce olmak üzere iki dil ile sınırlıdır.
4. Bu araştırmaya dâhil edilen araştırmalar kontrol gruplu ön test-son test yarı veya gerçek deneysel desen ile yürütülmüş olmakla sınırlıdır.
5. Bu araştırmaya dâhil edilen araştırmalar araştırma makalesi, tez ve konferans bildirisi yayın türü ile sınırlıdır.

6. STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisi kapsamında yapılan analizler ve ulaşılan sonuçlar otuz altı araştırmanın sonucu ile sınırlıdır.
7. STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin STEM alanlarına yönelik kariyer ilgisine etkisi kapsamında yapılan değerlendirmeler dört araştırmanın sonucu ile sınırlıdır.

Tanımlar

STEM eğitimi: Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik eğitiminin bütünleşik olarak öğretilmesini öneren eğitim yaklaşımıdır.

Üst düzey düşünme becerileri: Üst düzey düşünme becerileri eğitimsel amaçlar için bloom taksonomisi hiyerarşisindeki bilgi, kavrama, uygulama, analiz, sentez, değerlendirme becerileri ile bahsi geçen bu muhakeme becerilerini kapsayan bir şemsiye kavram olarak görülmektedir (Bartlett, 1958; Newmann, 1990; Williams, Lively & Harper, 1994).

Sistemik derleme: İyi hazırlanmış bir araştırma protokolü eşliğinde literatürdeki araştırmaların niteliklerinin değerlendirmesi ve bu araştırmaların yöntemsel kanıtlarının kullanılmasıyla yeni bir sonuca ulaşma sürecidir (Denyer & Tranfield, 2009).

Veri madenciliği: Büyük veri setlerinde ilginç, beklenmedik veya değerli yapıların keşfedilmesidir (Hand, 2007).

Meta-analiz: Nicel yöntemler ile yürütülen araştırmaların değişkenleri arasındaki ilişkilerin gücünün istatistiksel olarak değerlendirilmesidir (Guzzo ve diğerleri, 1987).

Rastgele orman algoritması: Birden fazla karar ağacı çıktısına göre değişkenlerin sınıflandırarak regresyon sonucunu ortaya çıkaran bir algoritmadır (Breiman, 2001).

Bölüm 2

Araştırmanın Kuramsal Temeli ve İlgili Araştırmalar

Araştırmanın temel ve alt problemleri ile ilgili kuramsal çerçeve STEM eğitimi, bütünlük STEM eğitimi, STEM eğitiminin amaçları, üst düzey düşünme becerileri ve STEM alanlarına yönelik kariyer ilgisi başlıkları altında sunulmuştur.

STEM Nedir?

Robert Solow ve Moses Abramovitz'in 1950'lerde yaptığı araştırma sonucu bir toplumun refah seviyesinin teknolojiyle ilişkili olduğunu göstermiş (Committee on Prospering in the Global Economy of the 21st Century, 2007) ve Amerika Birleşik Devletleri'ndeki araştırmacıları öğrencilerin bilim ve teknolojiyi kullanarak oluşturulan bilgiyi gerçek dünyada uygulamalarını hedefleyen STS (Science-Technology-Society) öğretim yaklaşımına yönlendirmiştir (Mansour, 2009). Zamanla bu durum dünyada da etkilerini göstermeye başlamış, İngiltere'de öğretmenlerin yaklaşımı uygulamalarına yardımcı olması için SATIS (Science and Technology in Society) adı altında kurulan birimler içerik bakımından güncellenmiştir (Sutaphan & Yuenyong, 2019). Bu değişimler STEM eğitiminin doğuşuna yol açsa da STEM ifadesi ilk olarak, Dr. Judith Ramaley tarafından fen, teknoloji, mühendislik ve matematik ile ilgili konulara toplu olarak atıfta bulunmak için ortaya atılmıştır (Heil ve diğerleri, 2013; Swaffword, 2018; Zollman, 2012). Bu kısaltma, yalnızca disiplinlere telaffuz olarak toplu bir atıf değil; daha iyi bilişsel gelişime, zaman ve teknolojiye ayak uydurmaya da bir atıftır. Çünkü Dr. Ramaley (2002, 2012, 2017), insanoğlunun isteklerinin karşılanma düzeyini, ülkelerin ekonomik rekabet durumunu, bilgiyi edinme ve entelektüel becerilere sahip olmayı, bu becerilerin pratik olarak kullanılmasını değerlendirerek daha iyi bir gelecek için ne yapılması gerektiği üzerinde durmuş, günümüz dünyasında eğitim almanın ne anlama geldiğini sorgulamış ve sürekli öğrenmenin şart olduğu bir düzende bireylerin kendi öğrenmelerini yönetmelerinin geliştirilmesi gerektiğini vurgulamıştır. Bu noktalardan hareketle, dört farklı disiplini içeren

STEM eğitiminin hem yerel hem de küresel niteliğin kazanılmasında etkin bir faktör olacağını söylemiştir. Birçok kurum ve araştırmacı da Ramaley'in düşüncelerini destekleyerek, son yıllarda bireylerin teknoloji ile bağlantılı meslekleri tercih etme oranının düşük olmasını, hala kadınların sayısal ve teknolojik alanlara yönelik olumsuz algılarının meslek seçimine etkilerini, çok uluslu ülkelerde azınlıkların bu tür mesleklere yönelme sayılarının az olmasını da göz önünde bulundurarak ülkelerin geniş ve bütünleştirici bilgi edinimine önem vermesi gerektiğini vurgulamıştır (European Comission, 2003; Jordan & Yeomans, 2003; OECD, 2003; Roberts, 2002). Burada bahsedilen geniş ve bütünleştirici bilgi, birbiriyle tutarlı ilişkide olan farklı disiplinlerin bütünleşik olarak öğretilmesini kapsayan STEM eğitimidir. Son zamanlarda farklı disiplin türlerinin eklenmesiyle STEAM (A: Art-Sanat) ve STREAM (R: Reading-Okuma) gibi farklı kısaltmaları (Badmus & Omosewo, 2020; Clements & Sarama, 2021; Furman, 2017) olsa da temel STEM disiplinleri fen, teknoloji, mühendislik ve matematiktir (Marrero ve diğerleri, 2014; White, 2014; Zhou, 2010). STEM, bu disiplinlerin bütünleşik olarak öğretilmesini, diğer bir ifadeyle herhangi iki veya daha fazla disiplinin bir veya daha fazla konuyu kapsayacak şekilde tasarlanmasını ve uygulanmasını ifade etmektedir (Marrero ve diğerleri, 2014; White, 2014; Zhou, 2010). Benzer bir bakış açısı ile STEM, Uygun teknolojiyi kullanıp takım çalışması ve mühendisliğin tasarım metodolojisini birleştirerek, matematik ve fen bilimlerinden ile kavram ve prosedürlerden yararlanılarak problemlerin çözülmesidir (Shaughnessy, 2013; Porter ve diğerleri, 2006). Hangi ifadenin benimsendiğine bakılmaksızın, STEM bir eyalette, bir ulusta veya küresel olarak, istenen eğitim hedeflerine ulaşmada tutarlı, herkes tarafından uygulanabilir ve erişilebilir olmasını ve ilgili disiplinlerin temel içerik ve süreçlerini ele almaktadır (English, 2017). Bu yoğun ve çok değişkenli süreçten dolayı STEM eğitimi çoğu zaman bir “çaba” olarak nitelendirilmektedir (Hora & Hunter, 2014; Siew, Amir & Chong, 2015; Stohlmann ve diğerleri, 2012). Türkçe literatürde fen, teknoloji, mühendislik ve matemaitik disiplinlerinin baş harflerinden yararlanılarak FeTeMM kısaltması kullanılmaktadır. Bu araştırma kapsamında küresel tanınırlığından dolayı STEM kısaltması kullanılmıştır.

Bütünleşik STEM Eğitimi Nedir?

Literatürde STEM eğitime ile ilgili birçok tanımda “*bütünleşik*” öğretimden bahsedilirken bu eğitimin uygulanma sürecine yönelik bir karmaşanın olduğu dikkat çekmektedir. STEM eğitiminin hedeflerinden birisi gerçek hayattaki problemleri bütüncül bir bakış açısı ile değerlendirebilmek ve bu problemlere etkili çözümler üretebilmektir. Dolayısıyla disiplinlerin ayrı olarak öğretilmesinin bireylerin günlük hayattaki problemlere çok yönlü çözümler üretmede engel olabileceği (Beane, 1995; Vasquez, 2015) vurgulanmaktadır. Bu ifadelerden de anlaşılacağı üzere, STEM eğitiminde bütünleşik kavramı disiplinlerin anlamlı bir bağlam kapsamında birleştirilerek öğretim uygulamasının gerçekleştirilmesidir (Kelley & Knowles, 2016; Stohlmann ve diğerleri, 2012). Birçok insan için bilim ve matematik alanları bütünleşik olarak algılansa da STEM günlük hayatı önemli ölçüde etkileyen mühendislik ve teknoloji disiplinlerinin de varlığını göstermektedir. Bu yüzden gerçek bir bütünleşik STEM eğitimi, bireylerin akademik ve günlük hayattaki olayların ilişkisini anlamalarına ve artık bu süreci doğrudan etkileyen teknoloji kullanımlarını iyileştirmelerine yardımcı olur (Brown ve diğerleri, 2011; Bybee, 2010). Dolayısıyla literatürde bütünleşik STEM eğitimi fen ve/veya matematik eğitiminin kavram ve uygulamalarını teknoloji ve mühendislik uygulamalarıyla kasıtlı olarak bütünleştiren teknolojik/mühendislik tasarımına dayalı öğrenme yaklaşımı olarak ifade edilmektedir (Sanders & Wells, 2006, akt. Sanders, 2012). Bu ifadelere rağmen STEM eğitiminin bütünleşik yapısı, literatürde çok disiplinli yaklaşım, disiplinler arası yaklaşım, içerik entegrasyonu, bağlam entegrasyonu, iki veya daha fazla disipline eşit önem veren entegre müfredat, içerik bilgisine odaklanan müfredat entegrasyonu, birden fazla disiplinden gelen kavramların bütünleştirilmesi, teknolojinin entegrasyonu, disipline özgü alanlarda öğrenme hedefleri, ilkeleri, kavramları ve becerileri arasındaki bağlantılar, iki veya daha fazla STEM içerik alanının birleştirilmesi şeklinde algılanmaktadır (Thibaut ve diğerleri, 2018). Bu ifadelerin farklı olmasının sebebi STEM eğitimi ile öğretime dâhil edilen bütünleşik disiplin uygulamalarındaki öğretim programı, ders araç gereçleri ve

öğretmen yeterliliğine yönelik belirsizlik kadar bütünleşik ifadesinin tam olarak neyi temsil ettiği ile ilgili bir anlam yetersizliği de olabilir. STEM eğitiminde disiplinlerin bütünleşiklik kavramlarına detaylıca bakılırsa disiplinler, çok disiplinli (multidisciplinary), disiplinlerarası (interdisciplinary) ve disiplinler üstü (transdisciplinary) yaklaşımlarının olduğu görülmektedir (Drake & Burns, 2004; Klein, 2008; Park & Son, 2010; Lederman & Niess, 1997). Bu bilgilere göre disiplinler yaklaşım her bir disiplininin birbirinden bağımsız öğretilmesini ifade etmektedir. Çok disiplinli yaklaşım ise her bir disiplinin birbiri ile ilişkisinin olduğu ancak disiplinlerin mevcut özelliklerini koruduğu bir yaklaşımdır. Disiplinlerarası yaklaşım ise her bir disiplinin diğer disiplin ile homojenik bütünleşik bir ilişki içinde olduğu bir yaklaşımdır. Disiplinler üstü yaklaşım ise homojenlik durumunun ötesinde herhangi bir disiplinden bağımsız bir bütünleştirmedir. Bu yaklaşım türü STEM eğitiminin hedeflediği üst düzey düşünme becerilerinin gelişmiş olması ve günlük hayattaki problemlere bu beceriler sayesinde bütünsel bakıp etkili çözümler sunabilmeyi ifade etmektedir (Wang ve diğerleri, 2011). Buradan da anlaşılacağı üzere, disiplinler arasındaki homojenliğin artışı bütünleşik yapının sağlanmasına ve etkililiğini anlamlıdır. Literatürde bütünleşik terminolojisine yönelik bir fikir birliği olmamasına rağmen, araştırmaların çoğu, bütünleşik STEM eğitimi için farklı disiplinler arasında güçlü bağlantılar kurmanın gerekli olduğu konusunda hemfikirdir (Thibaut ve diğerleri, 2018).

STEM Eğitiminin Amaçları Nedir?

Eğitim sisteminin yaygın olarak kabul görmüş temel amaçları bireylerin zekâsını geliştirmek, sosyal ihtiyaçlara hizmet etmek, ekonomiye katkıda bulunmak, etkili bir gücü oluşturmak, öğrencileri bir iş veya kariyere hazırlamak, belirli bir sosyal ve politik sistemi geliştirmektir (Foshay, 1991). Gelişim için değişimin sürekliliğini işaret eden bu amaçlara ulaşabilmek için toplum fertlerinin çağın getirdiği yeniliklere ayak uydurması gerekmektedir. 13-27 Eylül 2022 tarihinde New York'ta gerçekleşen sürdürülebilir bir gelecek için dayanışma ve bilim yoluyla çözümler bulma temalı Birleşmiş Milletler Genel Kurulu 77. oturumlarında da bu amaçlara uygun yenilikçi, dünyamızın sorunlarına analitik

çözümler üretebilen, yaratıcı ve işbirlikli çalışmaya uygun bireyler yetiştirme arzusu ele alınmıştır (International Institute for Sustainable Development, 2022; United Nations, 2022). Son yıllarda COVID-19 pandemisi sebebiyle her bireyin teknolojiye erişememesi ve eğitimde tamamen belirgin olan eşitsizlik, insanların daha adaetli, hak ettiği şekilde yaşaması için hedeflenen misyona ulaşmadaki başarısızlık, kız öğrencilerin teknoloji ve fen bilimlerine dayalı meslek gruplarını seçmedeki düşük oran, ırksal ve ekonomik eşitsizliklerin oluşturduğu olumsuzlukların giderilmesi için eğitim sisteminin dönüştürülmesi gerektiği vurgulanmaktadır (Transform Education, 2022; UNESCO, 2022; United Nations Girls' Education Initiative, 2022). Temel olarak, eğitimi dönüştürmek bugünün ve geleceğin misyonunu yerine getirmesini sağlamak için gerekli değişikliklerin yapılması anlamına gelmektedir. Dolayısıyla, insanların nasıl öğrendiğine dair ortaya çıkan içgörülerden yararlanarak öğrencilerin daha öğrenmelerini sağlamayı gerektirir. Ayrıca, eğitimi dönüştürmek, insan ve küresel refaha ve sürdürülebilir kalkınmaya katkıda bulunurken belirsiz geleceğe karşı dayanıklı, uyarlanabilir ve hazırlıklı olmaları için bilgi, beceri, değer ve tutumlarla öğrenenleri güçlendirmeyi amaçlamaktadır (UNESCO, 2022). Buradaki dönüşümün STEM eğitimi ile sağlanacağı düşünülmektedir (Chesky & Wolfmeyer, 2015; Gudiño Paredes, 2018; Rico ve diğerleri, 2021). Çünkü üst bir disiplin olarak görülen STEM eğitiminin kalbi sayılabilecek disiplinlerarası öğretim eğitimin dönüştürülmesini zorunlu kılan problemleri çözebilecek kapsama sahiptir (Annan-Diab & Molinari, 2017; Merrill & Daugherty, 2009). Bu yüzden STEM eğitimi son yılların en çok araştırılan, en çok üstünde durulan konusu olmuştur. Bu yüzden mevcut durumu ortaya çıkaran ve daha iyi bir gelecek için birçok bakımdan nitelikli bireylerin yetişmesini önemle vurgulayan kurumlar STEM eğitiminin uygulanmasına yönelik yerel ve küresel çağrılarda bulunmaktadır. Tüm bu bilgilerden hareketle STEM eğitiminin amaçları (Chesky & Wolfmeyer, 2015) şu şekilde sıralanabilir;

1. STEM eğitimi sayesinde fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarında yetkin bireyler yetiştirerek iş gücü sağlamak,

2. Bireylerin STEM eğitimini oluşturan disiplinlerin ilişkisini anlamasına ve bunu kullanarak gerçek hayattaki problemlere yönelik projeler geliştirmesine ve etkili çözümler bulmasına yardımcı olmak,

3. Daha demokratik bir yaşam sistemi kurabilmek için tüm bireylerin STEM eğitimi ile öğrenim görmesini sağlayarak toplumun çeşitli alanlarında tatmin edici iş bulmasını sağlamak ve aynı zamanda etkili vatandaşlar olarak işlev görmesine yardımcı olmak.

Bu bilgilerden hareketle, STEM eğitiminin birçok amacı olduğu anlaşılmaktadır. Özetle, STEM eğitimi disiplinlerarası öğretimle bireylerin gerçek hayat problemlerini bütünsel bir bakış açısı ve üst düzey düşünme becerileri ile çözmesine yardımcı olmayı ve toplumun küresel rekabete katılabilmesi, insanların maddi açıdan refahı ve her bireyin devlete katkı sağlayabilmesi için bireyleri STEM alanlarına yönelik mesleklere teşvik etmeyi amaçlamaktadır.

Üst Düzey Düşünme Becerileri Nelerdir?

Felsefe alanı söylem ve akıl yürütme yoluyla gelişirken, psikoloji alanı bir deney ve araştırma geleneğinden evrilmiştir. Filozoflar temel olarak neye inanıp ne yapacaklarına karar vermek için mantıksal akıl yürütme ve düşünmenin mükemmelleştirilmesiyle ilgilenirken, psikologlar daha çok düşünme süreciyle ve bu sürecin anlam inşa ederek ve yapı dayatarak insanların deneyimlerinden anlam çıkarmasına nasıl yardımcı olabileceğiyle ilgilenir (Lewis & Smith, 1993). Her iki yaklaşımın ortak noktası ise bilişsel sorgulamayı temel almaktır. Bu ileri düzey bilişsel sorgulamanın yalnızca felsefe ve psikoloji alanında sınırlandırılmamasına, eğitim-öğretim programlarına entegre edilmesine yönelik görüş ve araştırmalar (Cuban, 1984; Hurd, 2000; National Council of Teachers of Mathematic, 1989; Resnick, 1987) eğitim alanında da üst düzey düşünme becerileri ile ilgili literatürün şekillenmesinde önemli rol oynamıştır. Özellikle, Matthew Lipman'ın 1970'lerde Amerika Birleşik Devletlerinde "Çocuklar İçin Felsefe (Philosophy for Children)" isimli beşinci ve altıncı sınıf öğrencilerinin bir dizi romanı okuyup tartışmalarına yönelik

araştırmanın sonuçları öğretim programlarının oluşturulması esnasında üst düzey düşünme becerilerine önem verilmesi gerektiğini desteklemiştir. Bu araştırmanın sonucunda bilişsel sorgulamanın profesyonel filozofların resmi jargonu yerine çocukların anlayabileceği terimlerle yürütülmesinin çocuklara ilgi çekici geldiği ve tarafsızlık, tutarlılık, savunabilir davranış nedenleri bulma gibi muhakeme becerilerini geliştirdiği tespit edilmiştir (Lewis & Smith, 1993; Vansieleghem & Kennedy, 2011). Üst düzey düşünme becerileri eğitimsel amaçlar için bloom taksonomisi hiyerarşisindeki bilgi, kavrama, uygulama, analiz, sentez, değerlendirme becerileri ile bahsi geçen bu muhakeme becerilerini kapsayan bir şemsiye kavram olarak görülmektedir (Bartlett, 1958; Newmann, 1990; Williams ve diğerleri, 1994). Genel kabul gören tanımı ise *“bir kişi yeni bilgi ve hafızada saklanan bilgileri aldığı ve bir amaca ulaşmak veya şaşırtıcı durumlarda olası cevaplar bulmak için bu bilgileri birbiriyle ilişkilendirdiğinde ve/veya yeniden düzenlediğinde ve genişlettiğinde daha yüksek düzeyli düşünme gerçekleşir”* şeklindedir (Lewis & Smith, 1993). Esasında mantıksal akıl yürütme becerisini vurgulayan bu beceri daha derin öğrenmenin gerçekleşmesi için kişinin bir durumda öğrendiklerini başka bir duruma uygulama, aktarma yeteneğine sahip olmasını ifade etmektedir (NRC, 2012). Genellikle alt düzey düşünme becerilerinde ustalaşıldığında gelişmeye başlayan üst düzey düşünme becerilerini toplumsal sorunlarımızın karmaşık olduğu ve basit çözümleri olmadığı göz önüne alındığında, öğrencilere öğretmek çok önemlidir (Hubers, 2022). Üst düzey düşünme becerilerinin eğitimle ilgili temel çıkarımları (Lewis & Smith, 1993) ise şu şekildedir;

1. Üst düzey düşünmede etkili olmayı öğrenmek herkes için önemlidir; bu bir gösteriş değil, sadece *“yetenekli çocukların”* geliştirebileceği veya geliştirmesi gereken bir beceri de değildir. Bir birey kafa karıştırıcı bir durumla ya da neye inanacağına ya da ne yapacağına karar vermenin gerekli olduğu bir durumla karşı karşıya kaldığında üst düzey düşünme gereklidir.

2. Bir etkinliğin üst düzey düşünmeyi gerektirip gerektirmediği, öğrencinin entelektüel geçmişine bağlı olacaktır. Bir öğrencinin bilgiyi hatırlama yoluyla ve bu bilgiyi birbiriyle ilişkilendirmeye veya yeniden düzenlemeye ihtiyaç duymadan amacına ulaşması mümkün ise o zaman üst düzey düşünme gerçekleşmez.

3. Öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini değerlendirmek için onlara basit bir bilgi hatırlamayla yanıtlanamayacak bir durum ya da soru sunmak gerekir.

4. Temel ve üst düzey becerilerin öğretimi öğretilen diğer konularla iç içe geçmiş olabilir.

5. Öğrenme güçlüğü çeken çocuklara üst düzey düşünme becerilerini geliştirmeleri için yardım etmek özellikle önemli olabilir.

Yakın geçmiş literatüründe 21. yüzyıl becerileri olarak da ele alınan üst düzey düşünme becerilerinin gelişmesi için bireylerin sorgulamaya, yeniden yapılandırmaya, yaratıcılıklarını, akıl yürütme süreçlerini, günümüze ayak uydurabilecek şekilde teknolojiyi bu sürece dâhil ederek farklı öğrenme grupları ile günlük hayat problemlerine etkili çözümler bulabilecekleri öğretimin gerçekleşmesi gerekmektedir. Yapılan araştırmalar üst düzey düşünme becerilerinin STEM eğitimi ile geliştiğini ortaya koymaktadır (Fan & Yu, 2017; York ve diğerleri, 2019; Wahono ve diğerleri, 2020).

STEM Alanlarına Yönelik Kariyer İlgisi

Çeşitli raporlar son yıllarda nitelikli iş gücünün yetersiz boyutunu, para ve teknolojiye erişim yetersizliği, kadınların ve çok uluslu ülkelerde azınlıkların yeterince temsil edilememesi, K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin fen ve matematik derslerinin zor olduğuna yönelik inançları, rol-model eksikliği gibi faktörlerin bireylerin teknoloji ve mühendislik alanlarına yönelik kariyer ilgisini olumsuz yönde etkilediğini belirtmektedir (Committee on Prospering in the Global Economy of the 21st Century, 2007; Drew, 2011; Change the Equation, 2010; Scott & Martin, 2012). Daha konforlu bir dünyada yaşamak için teknolojinin gelişimi ile dezavantajlarını avantaja çevirebilecek analitik düşünme

becerisine ve değişimin öncüsü olacak bireylere ihtiyacın olduğu düşünöldüğünde bu durumun tüm ölkelerin hem mevcut hem de gelecekteki küresel durumu etkileyecek kritik faktörlerden biri olduğu gün yüzüne çıkmaktadır. Dolayısıyla, öğrencilerin bu alanlarına yönelik kariyer ilgilerini artırmanın öneminden bahsedilmemektedir. Araştırmalar öğrencilerin bu alanlara yönelik kariyer ilgileri ile STEM eğitiminin yüksek düzeyde ilişkili olduğunu göstermektedir (Dabney ve diğerleri, 2012; Miller ve diğerleri, 2018; Sasson, 2021; Wiebe ve diğerleri, 2018). STEM eğitiminin açılımı ile ortaya çıkış amacı düşünöldüğünde (Transform Education, 2022; UNESCO, 2022; United Nations Girls' Education Initiative, 2022) özellikle K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin STEM alanlarına yönelik ilgisini artırmaya yönelik araştırmalar için çabanın önemi de ortaya çıkacaktır. Literatürde erken yaşlarda verilen STEM eğitiminin öğrencilerin STEM alanlarına yönelik kariyer ilgisine etkisinin daha fazla olacağı belirtilmektedir (Maltese & Tai, 2011; Miller ve diğerleri, 2018; Sasson, 2021). Bu sebeple çeşitli değişkenlerle öğrencilerin STEM alanlarına yönelik kariyer ilgilerine etkisini inceleyen çalışmalar yürütölmüştür. Ancak bir eksiklik olarak da öğrencilerin STEM alanlarına yönelik kariyer ilgilerinin düşmesine sebep olan faktörlere dair araştırmaların sayısının azlığı dikkat çekmiştir. Farklı değişkenler aracılığıyla özellikle K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin STEM alanlarına yönelik ilgi, tutum ve motivasyonlarının araştırılması önerilmektedir (Coble & Allen, 2005; Dabney ve diğerleri, 2012; Gushue, 2006; Wiebe ve diğerleri, 2018).

Özetle, STEM eğitimi son yıllarda sıklıkla dünyanın gündeminde olan küresel ısınma, sürdürülebilir kalkınma, yenilenebilir enerji, çevre kirliliği gibi insan hayatını şu an ve gelecekte doğrudan etkileyen günlük hayat problemlerine mühendislik becerileri ile teknoloji destekli çözümler bulabilen nitelikli bireyler yetiştirmeyi amaçlamaktadır. Bu amacın gerçekleşebilmesi için üst düzey düşünme becerileri gelişmiş ve STEM alanlarına yönelik yüksek motivasyona ve olumlu tutuma sahip bireylerin yetişmiş olması gerekmektedir. Nüfusun artması ile birlikte dünya kaynaklarının bilinçsiz tüketimi geleceğimizi karamsar gösterse de STEM eğitiminin bu durumu iyileştirmede rol

oynayacağı öngörülmektedir. Dolayısıyla, son yıllarda bu gereklilik daha da vurgulanmaktadır.

Bölüm 3

Bu bölümde yöntem, veri toplama süreci ve verilerin analizine dair bilgiler sunulmuştur.

Yöntem

Bu araştırma literatür taramasına dayalı sistematik derleme ve sistematik derleme sonucu araştırmalardaki nicel verileri ortak bir etki büyüklüğü temelinde inceleyen meta-analiz yöntemiyle yürütülmüştür. Literatür taraması türlerinden geleneksel derleme (traditional review) ve sistematik derleme (systematic review) çoğu zaman araştırmacılar tarafından karıştırılsa da aralarında belirgin bir farklılık bulunmaktadır. Bir derlemenin “sistematik” sıfatını kazanabilmesi için, iyi hazırlanmış bir araştırma protokolü eşliğinde literatürdeki çalışmaların niteliklerini değerlendirmesi ve bu çalışmaların yöntemsel kanıtlarını kullanarak yeni bir sonuca ulaşması gerekmektedir (Denyer & Tranfield, 2009; Oakley, 2003; Gough ve diğerleri, 2012). Diğer bir ifadeyle, sistematik derlemede, bir araştırma sorusunu yanıtlamak için birincil araştırmaların bulgularını bir araya getiren ikincil düzey analiz (ikincil araştırma) yapılmaktadır ve bu süreç basit bir gösterimle Şekil 1'deki gibidir;

Şekil 1

Sistemantik derleme süreci (Newman & Gough, 2020)



Süreç bakımından oldukça titiz bir metodolojiye sahip olan sistemantik derleme araştırmaları kanıt düzeyi yüksek araştırma türleri kapsamında değerlendirilmektedir (Pati ve diğerleri, 2007). Dolayısıyla, literatüre katkı sağlayan, yeni araştırma alanlarını ortaya çıkarıp araştırmacıları yönlendiren önemli çalışmalar olarak kabul edilmektedir (Gough ve diğerleri, 2012; Hammersley, 2008; Newman & Gough, 2020). Özetle, sistemantik derleme çalışmaları mevcut çalışmalardan yararlanarak “literatür incelemelerinin yeni bir yolu” (Gough & Thomas, 2016) ve “önceki araştırmalara dayanan ve bunlara katkıda bulunan güncel bir bakış” (Niedlich ve diğerleri, 2020) olarak görülmekte ve temel olarak “karmaşıklığın basitliğe indirgenmesi” (Nind, 2006) amacını taşımaktadır.

Sistemantik derlemede, bireysel araştırmaların “sonuçları” olarak kaydedilen bilgiler, derlemeye dâhil edilen araştırmaların yöntem türüne ve kullanılacak sentez yaklaşımına göre değişim gösterir (Newman & Gough, 2020). Meta-analiz ise bu sentez yaklaşımlarından biridir. Literatür taramasına daha objektif bir bakış açısıyla yaklaşan meta-analiz, nicel yöntemlerle deneysel olarak yürütölmüş bireysel çalışmaların etki büyüklüğünü belirlemektedir (Field & Gillet, 2010; Guzzo ve diğerleri, 1987; Hedges, 1992). Nicel araştırma kapsamında deneysel olarak yürütölmüş çalışmalarda *p* değeri okuyucuya bir etkinin olup olmadığını bildirebilir, ancak etkinin boyutunu gösteremez. Uygulamanın veya tedavinin ne denli etkili olduğunu belirleyebilmek için istatistiksel olarak etki büyüklüğünün hesaplanması gerekmektedir (Sullivan & Feinn, 2012). Burada bahsedilen etki büyüklüğü, temel olarak, iki farklı müdahale grubundaki ortalama veya ortalama sonuçlar arasındaki farkı ifade etmektedir (Becker, 2000; Fritz ve diğerleri, 2012). Bu noktadan hareketle, etki büyüklüğünün deneysel çalışmaların esas bulgusu olduğu söylenebilir.

Etki büyüklüğü değerini hesaplamak için çeşitli formüller vardır. Bunlardan en çok bilineni Cohen *d*, Hedges *g* ve Glass’ın delta hesaplamalarıdır. Cohen *d*’ye göre iki grubun varyansları homojen olduğunda her iki grubun standart sapması kullanılabilir ve etki büyüklüğü değeri ortalamalar arası farkın standart sapmaya bölünmesiyle elde edilir. Hedges’in *g*’si çıkarımsal bir ölçüdür. İki grup arasındaki farklar için varyans testi analizinden elde edilen ortalama kare hatasının karekökü kullanılarak hesaplanır. Glass’ın deltası ise deney ve kontrol grubu arasındaki ortalama farkın kontrol grubunun standart sapmasına bölünmesiyle hesaplanır (Becker, 2000). Bu etki büyüklüğü hesaplamaları birbirine dönüştürülebilir. Temelde, her etki büyüklüğü değeri hesaplamasının aşağıdaki formüle dayandığı söylenebilir.

$$\text{etki büyüklüğü} = (M_1 - M_2) / \text{standart sapma}$$

Çalışmanın veri türüne göre birbirine dönüştürülebilir etki büyüklüğü formülleri mevcuttur. Bu dönüşüm kadar elde edilen sonucun yorumlanması da önemlidir.

Hesaplamalar Cohen d'ye göre yorumlanırsa, " $d < 0,2$ " ise küçük, " $0,2 < d < 0,5$ " ise orta, " $0,5 < d < 0,8$ " ise büyük ve " $0,8 < d$ " ise çok büyük etki büyüklüğü olduğu söylenebilir (Becker, 2000).

Bu bilgiler ışığında, bu araştırmada kullanılan sistematik derleme ve meta-analiz yönteminin sebepleri şu şekilde özetlenebilir. STEM eğitiminin amacı, öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini geliştirmek (Bybee, 2013; Carter ve diğerleri, 2015; NRC, 2018; Wang & Knobloch, 2018; Sias ve diğerleri, 2017) ve bireylerde STEM mesleklerine yönelik kariyer ilgisi oluşturmaktır (Meyrick, 2011; Moore & Smith, 2014; NRC, 2018; Ryu ve diğerleri, 2019). Bu amaç doğrultusunda, STEM eğitiminin öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisini inceleyen araştırmaların mevcut durumunu belirlemek için öncelikle sistematik derleme yapılmış, sonrasında ise bu etkiyi ortaya çıkarmak amacıyla meta-analiz gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın sistematik derleme yöntemiyle yürütülmesinin temel nedeni, son yıllarda STEM eğitiminin birçok araştırmacı tarafından ilgi görmesi ve STEM eğitimi hakkında yapılan çalışma sayısının artmasıdır. Geleceği etkileyecek bir öğretim yöntemi olarak görülen STEM eğitiminin mevcut durumu hakkında sistemik bilgi edinebilmek ve bu etkinin büyüklüğü ile değişkenlerinin önem düzeyini ortaya çıkarabilmek amacıyla meta-analiz yapılmıştır. Ayrıca meta-analiz sürecinde belirlenen moderatörler (değişkenler) ile önem ve Türkiye için tahmin analizi yapılmıştır. Diğer bir ifadeyle, bu araştırmaya dâhil edilen verilerden hareketle, STEM eğitiminin üst düzey düşünme becerilerine etkisini hangi değişkenlerin daha çok etkilediği belirlenmiş, bu değişkenler kullanılarak henüz Türkiye'de yürütülmemiş çalışma sonuçlarının etki büyüklüğü rastgele orman algoritması ile tahmin edilmiştir. STEM eğitiminin bireylerde STEM mesleklerine yönelik kariyer ilgisine etkisini belirlemek için ise yine sistematik derleme yapılmıştır. Ancak yeterli sayıda çalışmaya ulaşılamadığı için meta-analiz gerçekleştirilememiştir.

Meta-analiz sürecinde araştırmaya dâhil edilen çalışmaların etki büyüklüğü değerleri Cohen d'ye göre hesaplanmıştır. Ayrıca bu araştırma Moher vd. (2015)

tarafından sistematik derleme ve meta-analiz çalışmaları için hazırlanan PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) protokolüne göre yürütülmüştür.

Dâhil Etme ve Hariç Tutma Kriterleri

Sistematik derleme ve meta-analiz yöntemleri temelinde, STEM eğitiminin öğrencilerin üst düzey düşünme becerisine ve STEM mesleklerine yönelik kariyer ilgisine etkisini belirleme amacıyla gerçekleştirilen bu araştırmada, literatür taraması yapılmadan önce, derlemeye dahil edilecek çalışmaların dahil etme ve hariç tutma kriterleri belirlenmek istenmiştir. Bu doğrultuda, Google Akademik üzerinden “STEM education” ve “STEM | FeTeMM eğitimi” anahtar kelimeleriyle pilot tarama yapılmış, STEM eğitiminin çeşitli varyasyonlarda etkilerini ortaya çıkaran araştırmaların olduğu fark edilmiştir. Bu sebeple, iki farklı dâhil etme kriterine göre iki farklı tarama yürütülmüştür. Pilot tarama daha geniş bir perspektifle, asıl tarama ise bu araştırmanın amacına uygun şekilde belirlenen kriterlere göre gerçekleştirilmiştir. Buna göre pilot taramanın dâhil etme kriterleri (birincil kriterler) şu şekildedir;

1. Araştırmaya dâhil edilecek çalışmalar STEM eğitimi ve bu eğitimin öğrenciler üzerindeki etkisine odaklanmalıdır.
2. Araştırmaya dâhil edilecek çalışmaların yayın yılı aralığı 2011-2021 yılları arasında olmalıdır.
3. Araştırmaya dâhil edilecek çalışmaların dili Türkçe veya İngilizce olmalıdır.
4. Araştırmaya dâhil edilecek çalışmalar nicel yöntem kapsamında deneysel desen türü ile yürütülmüş olmalıdır.

Dâhil etme kriterleri belirlenirken, araştırmanın amacına uygun şekilde STEM eğitimi araştırmalarına odaklanmak, STEM eğitimi araştırmalarının literatürde genellikle 2011 yılından itibaren yer alması, her sistematik derleme çalışmasında dilden ötürü yayın yanlılığının farkında olarak bu yayın yanlılığını indirgemek için ortak bilimsel araştırma dili İngilizce 'ye ek olarak Türkçe dilinde yayınlanmış çalışmaların da incelenmesi ve STEM

eğitiminin bireyler üzerindeki etkisini ortaya çıkarabilmek amacıyla çalışmaların nicel yöntem kapsamında deneysel desen türlerinden biri ile yürütülmüş olması dikkate alınmıştır. Araştırmanın birincil hariç tutma kriterleri ise şu şekildedir;

1. Tüm tarama süreci Hacettepe Üniversitesi Proxy ayarlarından yararlanılarak yürütülmelidir. Dolayısıyla bazı ücretli yayınlara erişim Hacettepe Üniversitesi'nin anlaşmalı olduğu veri tabanları ile sınırlıdır. Erişim sağlanamayan diğer ücretli yayınlar bu araştırmanın birincil hariç tutma kriterlerinden biridir.
2. Kitap bölümü olarak yayınlanan araştırma makaleleri bu araştırmanın birincil hariç tutma kriterlerinden biridir.
3. Tam metin erişimi sağlanamayan tüm araştırmalar bu araştırmanın birincil hariç tutma kriterlerinden biridir.

Öncelikle pilot taramanın dâhil etme kriterlerine göre seçilen çalışmalar incelenmiş araştırma soruları belirlenmiştir. Araştırma soruları belirlenirken sistematik derleme araştırmalarında kullanılan PICOS'tan yararlanılmıştır. PICOS İngilizce bir kısaltmadır ve kapsamı popülasyon, müdahale, karşılaştırma grubu, sonuçlar ve çalışma tasarımlarından oluşur (Lichtenstein ve diğerleri, 2008; Richardson ve diğerleri, 1995; Rossini ve diğerleri, 2014; Wieseler ve McGauran, 2010).

Şekil 2

Araştırma soruları oluşturulurken derlemeye dâhil edilecek çalışmaların kriterlerinin PICOS'a göre belirlenmesi



Bu derlemede iki araştırma sorusu ele alındığından dolayı Şekil 2'deki PICOS'ta "sonuçlar" sekmesi her iki araştırma için ayrı ayrı gösterilmiştir. Ayrıca PICOS'taki kriterlere ek olarak, bu araştırmanın sorularına yanıt bulmak amacıyla asıl tarama için ikincil dâhil etme ve hariç tutma kriterleri belirlenmiştir. Buna göre asıl taramanın dâhil etme kriterleri (ikincil kriterler) şu şekildedir;

1. Araştırmaya dâhil edilecek çalışmalar örneklem grubu okul öncesi, ilkokul, ortaokul, lise dönemlerinden (K-12) biri üzerinde yürütülmüş olmalıdır.
2. Araştırmaya dâhil edilecek çalışmalar nicel yöntem kapsamında ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen ile yürütülmüş olmalıdır.
3. Araştırmaya dâhil edilecek çalışmalar, araştırmanın sorularına göre, ayrı ayrı üst düzey düşünme becerilerine ve STEM alanlarına yönelik kariyer ilgisine etkiyi ölçmelidir.
4. Araştırmaya dâhil edilecek çalışmalarda STEM eğitiminin basamakları, örneklem ve uygulama süreci gibi bilgiler sunulmuş, meta-analiz için yeterli veriler paylaşılmış olmalıdır.

Asıl taramanın dâhil etme kriterleri belirlenirken, STEM eğitiminin amaçları (National Council Research, 2018) ve STEM eğitimi ile yürütülmüş araştırmaların örneklem grubunun K-12 öğrenim düzeyi üzerinde yoğunlaşması, sistematik derlemeye dâhil edilecek çalışmaların nitelik değerlendirmesi dikkate alınarak (Denyer & Tranfield, 2009; Gough ve diğerleri, 2012; Oakley, 2003) ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel türü ile yürütülen çalışmaların zayıf deneysel türü ile yürütülen çalışmalara göre bulgularının daha güçlü olması (Achen, 1986; Campbell & Stanley, 2015), STEM eğitiminin bireyler üzerindeki etkisini belirlemek için kontrol grubunda STEM eğitiminden farklı türde bir öğretim yönteminin yürütülmüş olması ve 2006 yılında belirlenen “AERA Yayınlarında Ampirik Sosyal Bilim Araştırmalarına İlişkin Raporlama Standartları (Standards for Reporting on Empirical Social Science Research in AERA Publications)” raporuna göre araştırmaya dahil edilecek çalışmaların verilerinin transparan bir şekilde ve yeterli düzeyde sunulmuş olması dikkate alınmıştır. Araştırmanın ikincil hariç tutma kriterleri ise şu şekildedir;

1. Araştırmaların deney ve kontrol gruplarında STEM eğitiminin farklı etkileri karşılaştırılmamalıdır.
2. Dublikasyon araştırmalar bu araştırmanın ikincil hariç tutma kriterlerinden biridir.
3. Zayıf deneysel desen türü ile yürütülen araştırmalar bu araştırmanın ikincil hariç tutma kriterlerinden biridir.
4. STEM eğitiminin farklı disiplin türlerinin eklenmesiyle zenginleştirilmiş STEAM ve STREAM araştırmaları bu araştırmanın ikincil hariç tutma kriterlerinden biridir.

Veri Toplama Süreci

Bilgi Kaynakları ve Arama Stratejisi

Literatür taramasından önce hangi veri tabanlarının taranacağı konusunda bir beyin fırtınası gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak, herkes tarafından bilinen ve kolayca ulaşılabilen, çalışma sayısının sınırlı olmayacağı Google Akademik, Web of Science, Springer Link, SCOPUS, SCIRP, Proquest, ERIC, EBSCO ve DOAJ veri tabanları seçilmiştir. Bu veri tabanlarında tarama yapmak için uygun anahtar kelimeleri oluşturulmuş ve Google Akademik hariç diğer tüm veri tabanlarında “gelişmiş tarama” sekmesinde tarama yapılmıştır. Ayrıca tarama dili bakımından, Google Akademik’te hem İngilizce hem de Türkçe olarak, diğer veri tabanlarında ise sadece İngilizce olarak tarama yapılmıştır. Her veri tabanında İngilizce tarama için oluşturulan anahtar kelimeler (“STEM education” AND (“experimental desing” OR “experimental study”)) şeklindedir. Google Akademik üzerinden yapılan Türkçe taramanın anahtar kelimeleri ise (“STEM eğitimi” VEYA “FeTeMM Eğitimi”) VE (“deneysel desen” VEYA “deneysel çalışma”)) şeklindedir.

Veri tabanları taraması sonrası, tarama kapsamını genişletmek ve daha çok araştırmaya ulaşmak amacıyla, ikincil kriterleri karşılayan derlemeye dâhil edilecek çalışmaların önce referans kısımlarında geriye doğru kartopu taraması (backward snowballing search) (Wohlin, 2014) yapılmış, daha sonra bu çalışmalara verilen atıflar Google Akademik üzerinden belirlenmiş ve ileriye doğru kartopu taraması (forward snowballing search) yöntemiyle (Wohlin, 2014) atıf veren çalışmalar incelenmiştir.

Tüm veri tabanları taraması Aralık 2021 tarihinde tamamlanmıştır.

Seçim Süreci ve Bias Değerlendirmesi

Bu çalışma kapsamında pilot ve asıl olmak üzere iki tarama gerçekleştirilmiştir. Bu taramalar gerçekleştirilmeden önce asıl tarama için birincil ve ikincil dâhil etme kriterlerine uygun ayrı ayrı kodlama yaprağı (coding sheet) oluşturulmuştur. Bunlara Filtreleme 1 ve Filtreleme 2 tablosu adı verilmiştir. Filtreleme 1 tablosunda birincil kriterler olan çalışmanın STEM ile ilgili olup olmadığı, yayın yılı, yayın dili ve nicel yöntemler kapsamında hangi desen türünden yararlanıldığı kontrol edilmektedir. Filtreleme 1 tablosu veri tabanlarının taranması sürecinde kullanılmış, kriterlere uygun çalışmalar bu tabloya not edilmiştir. Bu

süreçte, Web of Science, Google Akademik ve SCOPUS veri tabanlarında rastgele seçilen 2011, 2013, 2017, 2020 yılları iki farklı araştırmacı tarafından taranmış ve Filtreleme 1 tablosuna kaydedilen tarama sonuçları iç tutarlılığı sağlamak adına Miles ve Huberman (1994) 'ın görüş birliği ve görüş ayrılığı formülü ile karşılaştırılmıştır. Bu formüle göre kodlayıcılar arası iç tutarlılığın en az %80 olması ileri sürülmektedir. Bu çalışmada ise iki araştırmacı arasında tarama uyum oranı %95 olarak hesaplanmıştır. İki araştırmacıdan biri bu tezin yazarıdır. İkinci araştırmacı ise sistematik derleme ve meta-analiz alanında bilgilidir. İki kodlayıcı arasındaki yüksek uyum oranı bu araştırmaya dâhil edilecek çalışmaların belirlenmesinde yayın yanlılığı riskinin düşük olduğunun göstergesidir.

İki kodlayıcı arasındaki uyum oranı hesaplandıktan sonra, geriye kalan tüm yıllar ve tüm veri tabanlarının bir kişi tarafından taraması yapılmış ve birincil kriterlere uygun olan çalışmalar Filtreleme 1 tablosuna kaydedilmiştir. Kodlayıcılar arasındaki yüksek uyum oranına rağmen, herhangi bir verinin gözden kaçmaması için Google Scholar ve Web of Science veri tabanlarında, ilk taramalarından farklı bir tarihte ikinci kez tarama yapılmıştır. Ancak daha önce Filtreleme 1 tablosuna eklenen çalışmalar dışında birincil kriterlere uygun bir çalışmaya rastlanamamıştır. Tüm veri tabanlarının taraması Aralık 2021 tarihinde tamamlanmıştır.

Bu çalışmada iki tarama süreci yürütüldüğünden bahsedilmiştir. İkinci tarama, Filtreleme 1 tablosuna kaydedilen çalışmaların bu araştırmanın sorularını yanıtlamaya yöneliktir. Bu taramada ikincil kriterlere göre Filtreleme 2 tablosu hazırlanmıştır. Filtreleme 2 tablosu hazırlanırken çalışmanın örnek grubu öğrenim düzeyi, deneysel desen türü, STEM eğitiminin etkilediği başarı ve beceri türü, STEM eğitiminin sadece müdahale grubunda uygulanıp uygulanmadığı ve yeterli veri sunumu dikkate alınmıştır. Bu taramada da iç tutarlılığı belirlemek için ilk taramadaki kodlayıcı ile ayrı ayrı olmak üzere Filtreleme 1 tablosundan belirlenen 50 çalışma Filtreleme 2 tablosundaki ikincil kriterlere göre incelenmiştir. İnceleme sonucunda kodlayıcılar arası uyum Miles ve Huberman (1994) 'ın

görüş birliği ve görüş ayrılığı formülü ile karşılaştırılmıştır. İki kodlayıcı arasındaki uyum oranı %94 olarak bulunmuştur. Dolayısıyla, iki kodlayıcı arasındaki yüksek uyum oranı bu araştırmaya dâhil edilecek çalışmaların belirlenmesinde yayın yanlılığı riskinin düşük olduğunun göstergesidir.

İki kodlayıcı arasındaki uyum oranı hesaplandıktan sonra, geriye kalan tüm çalışmaların taraması bir kişi tarafından yürütülmüş ve ikincil kriterlere uygun olan çalışmalar Filtreleme 2 tablosuna kaydedilmiştir. Kodlayıcılar arasındaki yüksek uyum oranına rağmen, herhangi bir verinin gözden kaçmaması için Filtreleme 2 tablosundaki çalışmalar baştan sona iki kez incelenmiştir. Ancak daha önce Filtreleme tablosuna eklenen çalışmalar dışında ikincil kriterlere uygun bir çalışmaya rastlanamamıştır. Tüm tarama süreci titizlikle yürütülmeye çalışılmıştır. Bu tarama ise Mart 2022 tarihinde tamamlanmıştır.

Taramalar tamamlandıktan sonra Filtreleme 2 tablosundaki veriler incelenmiştir. Bu incelemeye göre, hem dağılım hem de STEM eğitiminin amaçları dikkate alınarak STEM eğitiminin üst düzey düşünme becerilerine etkisi ve STEM mesleklerine yönelik kariyer ilgisi konularının sistematik derlemesinin yapılmasına karar verilmiştir. STEM eğitiminin üst düzey düşünme becerilerine etkisi düşünme becerileri bakımında gruplanmak ve o şekilde spesifik bir analiz yürütülmek istense de bu amaca uygun yeterli sayıda araştırmaya ulaşılamamıştır. Bu sebeple, derlemeye dâhil edilen çalışmalarda incelenen düşünme becerileri üst düzey düşünme becerileri şemsiye kavramı altında birleştirilerek analizinin yapılması uygun görülmüştür. Ayrıca bu araştırmanın ikincil kriterlerine uygun şekilde STEM eğitiminin üst düzey düşünme becerilerine etkisini inceleyen çalışma sayısının meta-analizi gerçekleştirmek için yeterli sayıda olduğu kanısına varılmıştır. Ancak STEM eğitiminin bireylerdeki STEM mesleklerine yönelik kariyer ilgisi çalışma sayısının meta-analiz gerçekleştirmek için yeterli sayıda olmadığına karar verilmiştir. Bu duruma, dil faktörünün etkisi olabileceği, Türkçe ve İngilizce dili dışında yayınlanmış diğer çalışmaların da olabileceği yorumu yapılabilir. Ancak bu

araştırmanın kriterlerine uygun olmadığı için bu kapsamdaki araştırmalar bu derlemeye dâhil edilememiştir. Ayrıca veri tabanı taraması esnasında bu konuda yürütülmüş çalışmaları gözden kaçırma ihtimali de olabilir. İlk ve ikinci tarama öncesinde iki kodlayıcı arasındaki iç tutarlılık oranının %95 olduğu düşünüldüğünde bu ihtimalin %5'lik bir dilimde olabileceği düşünülmektedir. Ancak yine de %5'lik ihtimalin STEM eğitiminin bireylerdeki STEM mesleklerine yönelik kariyer ilgisine yönelik meta-analiz gerçekleştirmek için yeterli sayıda çalışmaya ulaşmada çok düşük olduğunun dolaylı şeklide göstergesidir. Bu hususlardan hareketle, STEM eğitiminin bireylerdeki STEM mesleklerine yönelik kariyer ilgisi çalışmalarının Filtreleme 2 tablosundaki değişkenlere göre frekans dağılımı analizi yapılması ve mevcut durumun bu şekilde ortaya çıkarılması uygun görülmüştür.

Etki Büyüklüğü Hesaplamaları ve Moderatörlerin Belirlenmesi

Araştırma sorularından biri olan STEM eğitiminin üst düzey düşünme becerilerine etkisini meta-analizle belirleyebilmek için derlemeye dâhil edilecek her bir çalışmadan etki büyüklüğü değeri elde edilmeye çalışılmıştır. Etki büyüklüğünün hesaplanması için gerekli olan veriler paylaşılmamışsa, öncelikle çalışmanın yazarlarına mail yoluyla ulaşılmaya gayret edilmiştir. Yazarlarına ulaşılamayan çalışmalar bu araştırmanın ikincil kriterlerine göre kapsam dışı bırakılmıştır. Tüm etki büyüklüğü değerleri ortalama fark, örneklem sayısı, standart sapma, t ve p değerleri, N-Gain istatistikleri temelinde Cohen d'ye göre hesaplanmıştır.

Etki büyüklüğü değerleri çalışmalarda paylaşılan veriler temelinde Tablo 1'deki formüllere göre hesaplanmıştır.

Tablo 1

Etki Büyüklüğü Değeri Hesaplamada Kullanılan Formüller

Verilen İstatistik Bilgiler	Formül
Korelasyon değerinden etki büyüklüğü değerini hesaplama	$d = \frac{\log\left(\frac{1+r_1}{1-r_1}\right) - \log\left(\frac{1+r_2}{1-r_2}\right)}{2}$

Anlamlılık değerinden ve t dağılım tablosundan etki büyüklüğü değerini hesaplama

$$d = t * \sqrt{\frac{n_1 + n_2}{n_1 * n_2}}$$

Eta kare değerinden etki büyüklüğü değerini hesaplama

$$d = 2 * \sqrt{\frac{\text{eta}}{1 - \text{eta}}}$$

Mann Whitney U değerinden etki büyüklüğü değerini hesaplama

$$\text{eta} = \frac{\left(\frac{U - \frac{n_1 * n_2}{2}}{\sqrt{\frac{n_1 * n_2 * (n_1 + n_2 + 1)}{12}}} \right)^2}{n_1 + n_2}$$

$$d = 2 * \sqrt{\frac{\text{eta}}{1 - \text{eta}}}$$

Anova F değerinden etki büyüklüğü değerini hesaplama

$$d = \sqrt{f * \left(\frac{n_1 + n_2}{n_1 * n_2} \right) * \left(\frac{n_1 + n_2}{n_1 + n_2 - 2} \right)}$$

SDpooled

$$\text{SD}_{\text{pooled}} = \sqrt{\frac{(n_1 - 1) * s_1^2 + (n_2 - 1) * s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

Sadece son test yarı deneysel desen için etki büyüklüğü değerini hesaplama

$$d = \frac{m_1 - m_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1) * s_1^2 + (n_2 - 1) * s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}}$$

Ön test- son test kontrol gruplu yarı deneysel desen için etki büyüklüğü değerini hesaplama

$$d_{\text{post}} = \frac{m_{1\text{son}} - m_{2\text{son}}}{\sqrt{\frac{(n_{1\text{son}} - 1) * s_{1\text{son}}^2 + (n_{2\text{son}} - 1) * s_{2\text{son}}^2}{n_{1\text{son}} + n_{2\text{son}} - 2}}}$$

$$d_{\text{pre}} = \frac{m_{1\text{ön}} - m_{2\text{ön}}}{\sqrt{\frac{(n_{1\text{ön}} - 1) * s_{1\text{ön}}^2 + (n_{2\text{ön}} - 1) * s_{2\text{ön}}^2}{n_{1\text{ön}} + n_{2\text{ön}} - 2}}}$$

$$d = d_{\text{son}} - d_{\text{ön}}$$

Yukarıdaki formüllerin yanı sıra, bu süreçte <https://lbecker.uccs.edu/> ve https://www.psychometrica.de/effect_size.html adreslerindeki etki büyüklüğünü tespit etmeye yönelik hazırlanan hesap makinelerinden de yararlanılmıştır. Çalışmalardaki etki büyüklüğü hesaplamaları iki araştırmacı tarafından ikişer kez olmak üzere toplamda dört kez kontrol edilmiştir. Her iki araştırmacının etki büyüklüğü hesaplamada iç tutarlılık uyum oranı %92'dir. Bu yüksek oran etki büyüklüğü hesaplamalarında hata oranının düşük olduğunun göstergesidir. Kodlayıcılar arasındaki %8'lik uyumsuzluk ise bir araştırmacının çalışmalardaki verileri ilgili formülle hesaplayamamasından kaynaklanmaktadır. Ancak bu durum iki araştırmacının etki büyüklüğü hesaplamaları üzerinde uzlaşşı sağlaması ile %0'a düşürülmüştür.

Sosyal bilimler alanında yapılan çalışmaların sonuçlarının birçok faktörden dolayı farklılık göstermesi bu çalışmaların standart hata ve etki büyüklükleri bakımından heterojenlik göstermesine neden olmaktadır (Borenstein ve diğerleri, 2021). Dolayısıyla, bu heterojenliğin kaynağını belirlemek için çalışmalardaki değişkenlerin belirlenmesi ve moderatör analizi yapılması meta-analiz araştırmasına anlam katacaktır. Bu noktadan hareketle, derlemeye dâhil edilecek tüm çalışmalardaki özellikler iki araştırmacı tarafından irdelenmiş ve moderatör analizi için kodlanmıştır. Hem etki büyüklüğü hesaplamalarında hem de moderatörlerin belirlenmesinde araştırmacıların kodlamaları aynı format düzeninde hazırlaması için basit bir Excel dosyası hazırlanmıştır. Bu Excel dosyasında sırayla çalışma isimleri, yazarlar, yıl, etki büyüklüğü hesaplamaları için yukarıda verilmiş formüllerdeki istatistiki değerleri, hesaplanan Cohen d etki büyüklüğü değeri ve araştırmacıların çalışmaları ayrı ayrı değerlendirip belirlediği moderatör sütunları bulunmaktadır. STEM eğitiminin doğası ve çalışmadaki ortak özellikler dikkate alınarak belirlenen moderatörler STEM eğitiminin uygulandığı yaş grubu, ülke, disiplin alanı ve uygulama süresidir. Bu moderatörlerin belirlenmesinde ki araştırmacı arasındaki iç tutarlılık oranı %100 olarak hesaplanmıştır. Bu süreçte, kodlayıcılar arasında hesaplanan tüm iç tutarlılık oranları hem çalışma ve veri seçiminde hem de etki büyüklüğü değerlerinin

hesaplanması ve moderatörlerin belirlenmesinde biasın çok düşük olduğunun göstergesidir.

Verilerin Analizi

Bu araştırmaya dâhil edilen STEM eğitiminin üst düzey düşünme becerilerine etkisini inceleyen araştırmaların verilerinin analizinde, öncelikle çalışmaların yıllara, ülkelere, sınıf düzeyine, STEM eğitiminin uygulanma süresine, disiplin ve konu alanları gibi birçok değişkene göre dağılımı ve eğilimi sistematik olarak analiz edilmiştir. Buradaki amaç, her sistematik derleme çalışmasında olduğu gibi araştırılan konunun mevcut durumunu ortaya çıkarmaktır. Bu aşamada süreç içinde hazırlanan kodlama yapıları, Filtreleme 1 ve 2 tabloları ile Excel dosyalarından yararlanılarak frekans analizi yapılmıştır. STEM eğitiminin üst düzey düşünme becerilerine etki düzeyini tespit edebilmek için ise meta-analiz uygulanmıştır. Bu süreçte, CMA (Comprehensive Meta-Analysis) programı aracılığıyla hem genel etki büyüklüğü hesaplanmış hem de belirli değişkenlerin STEM eğitiminin üst düzey düşünme becerilerine etkisini görebilmek için moderatör analizi yapılmıştır. Daha sonra, değişkenler ve STEM eğitiminin üst düzey düşünme becerilerine etkisi arasındaki ilişkiyi belirlemek ve yeni verileri, mevcut veriler yardımı ile tahmin etmek amacıyla çoklu regresyon analizi gerçekleştirilmiştir. Çoklu regresyon analizi için istatistiksel ve makine öğrenmesi gibi birçok veri madenciliği yöntemi bulunmaktadır. Bu yöntemlerin hedefi elde bulunan verileri genelleyerek yeni verileri doğru şekilde tahmin etmeye çalışmaktır. Veri madenciliği yöntemleri zor bir görevdir fakat analiz edilecek veri setinin küçük olması durumunda bu görev daha zor bir hal almakta ve oluşturulan modelin güvenilirliği azalmaktadır (Rahman & Sultana, 2017). Veri madenciliği yöntemlerinde analiz edilecek verinin binlerce adet olması modelin genelleme performansını olumlu yönde etkilemektedir. Az sayıda veri bulunması veri madenciliği modelinin analiz verisini genellemesi yerine ezberlemesi ile sonuçlanmaktadır. Bu durumda eğitilen veri madenciliği modelinin yeni verileri tahmin etme performansı bir hayli düşük olmaktadır (Ying, 2019). Bu çalışmada STEM alanında İngilizce ve Türkçe

olarak yapılan sınırlı sayıda çalışmaya ulaşılmıştır. Bu sebeple sınırlı veri seti ile yüksek performans veren ve ezberlemeye karşı dirençli bir veri madenciliği yöntemi olan rastgele orman algoritması kullanılmıştır (Jaiswal & Samikannu, 2017).

Rastgele Orman algoritması, mucitleri Leo Breiman ve Adele Cutler adına tescillenmiştir. Bu algoritma birden fazla karar ağacının çıktısını birleştirmektedir. Rastgele orman algoritması sınıflandırma ve regresyon görevlerini yerine getirmektedir. Bu görevleri yerine getirirken değişken (moderatör) önem derecelerini de permütasyon sırasında hesaplamaktadır (Breiman, 2001). Daha sonra, değişkenler ve STEM eğitiminin üst düzey düşünme becerilerine etkisi arasındaki ilişkinin yönünü ve kuvvetini belirlemek amacıyla regresyon analizi gerçekleştirilmiştir. Burada kullanılan regresyon analizi 2001 yılında Breiman tarafından önerilen rastgele orman (random forest) algoritmasıdır.

Karar ağacı metodolojisi, birden fazla ortak değişkene dayalı sınıflandırma sistemi oluşturmak veya hedef değişken için tahmin algoritmaları geliştirmek için kullanılan bir veri madenciliği (data mining) yöntemidir (Song & Ying, 2015). Hem makine öğrenimi (machine learning) hem de yapay zekâ (artificial intelligence) literatüründe yerleşik bir temeli bulunmaktadır (Ali ve diğerleri, 2012; Tong ve diğerleri, 2003). Rastgele orman algoritması ise birkaç karar ağacını birleştiren ve bu birleşimde hangi karar ağacının nereye konumlanacağına dair tahminlerin ortalama puanı üzerinden regresyon analizine imkân veren bir algoritmadır (Biau & Scornet, 2016; Speiser ve diğerleri, 2019). Bu çalışmada rastgele orman algoritması ile çoklu regresyon yapılmış, ulaşılan çalışmalardaki tutarsızlıklar tespit edilmiş ve tüm değişkenlerin STEM eğitiminin üst düzey düşünme becerileri üzerine etkisi hesaplanmıştır. Bu doğrultuda R programı aracılığıyla rastgele orman algoritması ile analizler yapılmıştır.

Bu çalışmaya dâhil edilen STEM eğitiminin bireylerdeki STEM mesleklerine yönelik kariyer ilgisi çalışmalarının sayısı meta-analiz yapmak için yeterli olmadığından dolayı çalışmaların yıllara, ülkelere, sınıf düzeyine, STEM eğitiminin uygulama saatine, disiplin ve konu alanları gibi birçok değişkene göre dağılımı ve eğilimi sistematik olarak

incelenmiştir. Bu aşamada kodlama yapıları ve süreç içinde hazırlanan Excel dosyalarından yararlanılarak frekans analizi yapılmıştır.

Bölüm 4

Bulgular, Yorumlar ve Tartışma

Bu bölümde araştırma sorularına yönelik bulgular iki başlık halinde sunulmuştur. Bunlardan biri, STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisini inceleyen araştırmaların, diğeri ise STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerdeki STEM alanlarına yönelik kariyer ilgisine etkisini inceleyen araştırmalarının sistematik derlemesidir.

STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisini inceleyen araştırmaların sayısı yeterli olarak görüldüğünden meta-analiz, moderatör analizi, çoklu regresyon kapsamında önem ve tahmin analizleri yapılmıştır. Analiz bulguları ise “STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisini inceleyen araştırmaların sistematik derlemesi” başlığı altında sunulmuştur. STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin STEM alanlarına yönelik kariyer ilgisine etkisini inceleyen araştırmalarının sayısı meta-analiz yapabilmek için yeterli olmadığından bu araştırmalar yıl, ülke, STEM eğitiminin uygulandığı sınıf düzeyi, deney gruplarında STEM eğitiminin ders saati olarak uygulanma süresi ile uygulanan disiplin ve öğretim konuların dağılımı ve eğilimi bakımından analiz edilmiştir. Analiz bulguları ise STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin STEM alanlarına yönelik kariyer ilgisine etkisini inceleyen araştırmaların sistematik derlemesi” başlığı altında sunulmuştur.

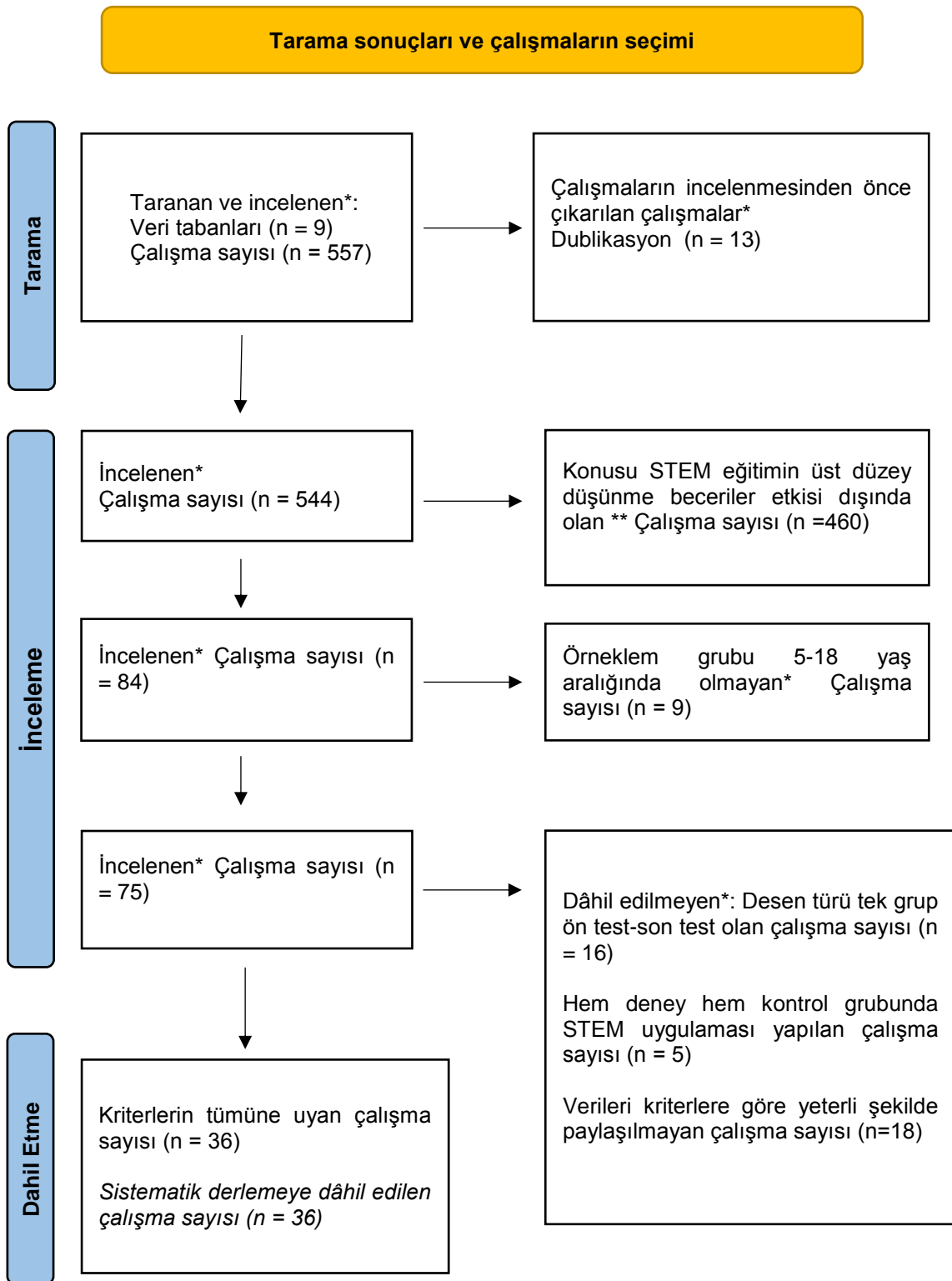
STEM Eğitiminin Öğrencilerin Üst Düzey Düşünme Becerilerine Etkisini İnceleyen Araştırmaların Genel Özellikleri

Belirlenen veri tabanlarının taraması tamamlandığında, araştırmanın birincil kriterlerine uygun 557 araştırma, bazı temel bilgilere (araştırmanın adı, yazarı, yılı, desen türü) göre tasnif içi oluşturulan Filtreleme-1 tablosuna kaydedilmiştir. Sonra Filtreleme-1 tablosu ikincil kriterlere göre derlemeye dâhil edilecek araştırmaları belirlemek

inçinincelenmiştir. Bu aşamada, öncelikle Filtreleme-1 tablosunda aynı araştırmaların olup olmadığı kontrol edilmiştir ve 13 araştırma dublikasyon sebebiyle kapsam dışı bırakılmıştır. Daha sonra, STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisini inceleyen araştırmalara odaklanılmış ve bu araştırmanın konusuna uygun olmayan araştırmalar da kapsam dışı bırakılmıştır. Sonuç olarak, STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisini inceleyen araştırma sayısı 84 olarak tespit edilmiştir. Filtrelenen bu çalışmalar desen türü, deney ve kontrol grubunda aynı uygulamanın olup olmaması ve yeterli veri paylaşımı gibi etkenler bakımından incelendiğinde ise bu araştırmanın amacına ve kriterlerine tamamen uyum sağlayan STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisini inceleyen araştırma sayısı 36 olarak belirlenmiştir. Tüm filtreleme sürecini gösteren PRISMA akış şeması Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2

PRISMA Akis Seması



PRISMA akış şemasından da anlaşılacağı üzere, derlemeye dâhil edilecek araştırmaların belirlenmesi titizlik gerektiren bir süreçtir. Bu süreçte her bir araştırma kriterlere göre baştan sona üç defa titizlikle incelenmiştir. Bu esnada bazı araştırmalar dâhil etme ve hariç tutma kriterlerinden çoğunu sağlasa da birkaç kriter uyumsuzluğundan dolayı elenmiştir. Örneğin tek grup ön test-son test desen türüyle yürütülen (Chang ve diğerleri, 2015; Mayasari, 2019; Owda & Mousa, 2019; Psycharis & Kotzampasaki, 2019) ya da hem deney hem kontrol grubunda STEM eğitimini uygulayan (Changtong ve diğerleri, 2020; Chen ve diğerleri, 2020; Hsiao ve diğerleri, 2019) çalışmalar elenmiştir. Bunun yanı sıra bazı araştırmalarda (Alawi & Soh, 2019; Lou ve diğerleri, 2017; Siew & Ambo, 2018) yeterli veri paylaşımı olmadığı için bu araştırmalar kapsam dışı bırakılmıştır. Bu ve benzeri incelemelerden sonra bu derleme kapsamında incelenecek araştırmalara ulaşılmıştır.

Öncelikle, her bir araştırma çeşitli değişkenler bakımından irdelenmiştir ve tablolar halinde sunulmuştur. Derlenen bilgiler (araştırmaların yazarları, yılı, örneklem yaşı ve yürütüldüğü ülke değişkenlerine) Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3

STEM Eğitiminin K-12 Öğrenim Düzeyindeki Öğrencilerin Üst Düzey Düşünme Becerilerine Etkisini İnceleyen Araştırmaların Yazar, Yıl, Örneklem ve Ülke Bilgileri

Sıra	Yazarlar	Yıl	Örneklem Yaşı	Ülke	Yayın Dili	Yayın Türü
1	Kırıcı & Bakırcı	2021	12	Türkiye	İngilizce	Makale
2	Çalışıcı & Benzer	2021	13	Türkiye	İngilizce	Makale
3	Yalçın & Erden	2021	5	Türkiye	İngilizce	Makale
4	Görgülü Ar & Meço	2021	11	Türkiye	İngilizce	Makale
5	Doğan & Kahraman	2021	13	Türkiye	İngilizce	Makale
6	Jawad, Majeed & Al Riakibi	2021	10	Irak	İngilizce	Makale

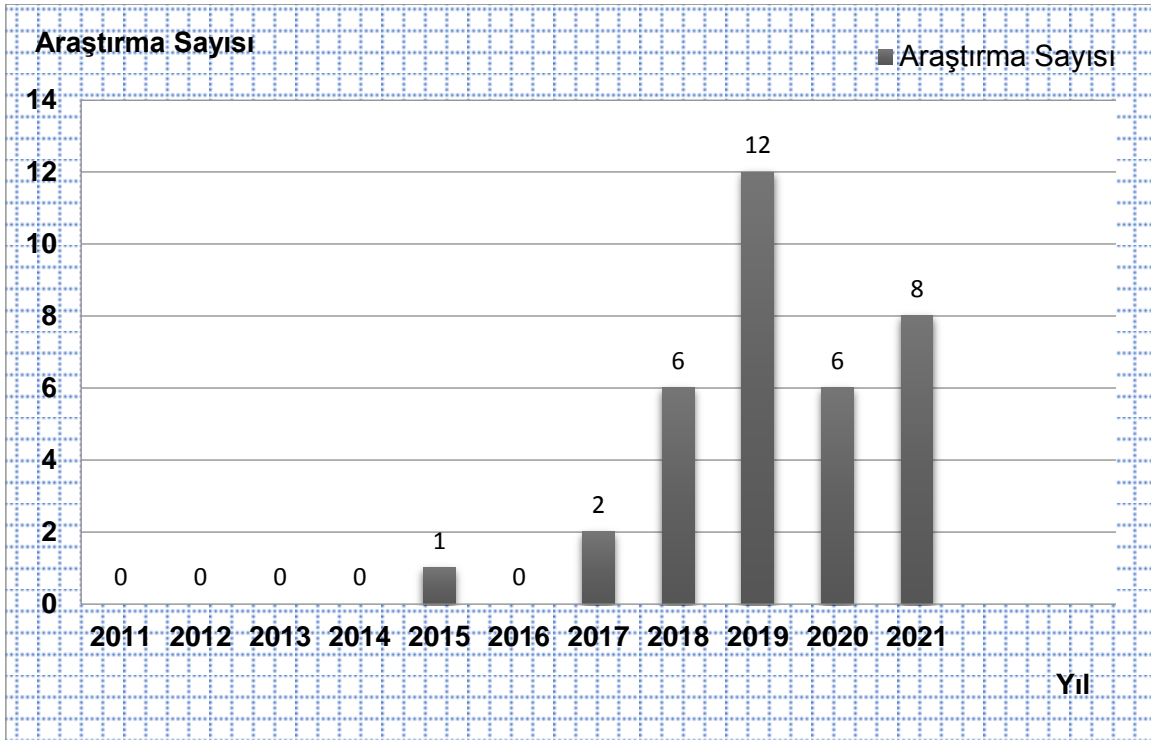
	Pahrudin, Misbah,						
7	Alisia, Saregar, Asyhari, Anugrah & Susilowati	2021	15	Endonezya	İngilizce	Makale	
8	Permana, Nyeneng & Distrik	2021	15	Endonezya	İngilizce	Makale	
9	Kurt & Benzer	2020	12	Türkiye	İngilizce	Makale	
10	İzgi & Kalaycı	2020	13	Türkiye	İngilizce	Makale	
11	Rehmat & Hartley	2020	9	Amerika	İngilizce	Makale	
12	Shukri, Ahmad & Daud	2020	14	Malezya	İngilizce	Makale	
13	Aprianty, Gani & Pada	2020	12	Endonezya	İngilizce	Makale	
14	Cannon-Ruffo	2020	9	Amerika	İngilizce	Doktora Tezi	
15	Rusmana, Widodo & Surakusumah	2019	12	Endonezya	İngilizce	Makale	
16	Putri, Rusdiana & Suwarma	2019	15	Endonezya	İngilizce	Makale	
17	Madyani, Yamtinah & Utomo	2019	12	Endonezya	İngilizce	Makale	
18	Amiruddin, Juwairiyah & Subhan	2019	9	Endonezya	İngilizce	Makale	
19	Gandi, Haryani & Setiawan	2019	10	Endonezya	İngilizce	Makale	
20	Jagannathan, Camasso & Delacalle	2019	10	Amerika	İngilizce	Makale	
21	Karaahmetoğlu & Kormaz	2019	12	Türkiye	İngilizce	Makale	
22	Şimşek	2019	12	Türkiye	Türkçe	Makale	
23	Çaycı & Tabaru Örnek	2019	10	Türkiye	İngilizce	Makale	
24	Keçeci & Kırbağ Zengin	2019	5	Türkiye	İngilizce	Makale	
25	Chiazzese, Arrigo,	2019	8-10	İtalya	İngilizce	Makale	

	Chifari & Tosto					
	Caballero-Gonzales,					
26	Munoz-Repiso & Garcia- Holgado	2019	7	İspanya	İngilizce	Makale
27	Nam, Kim & Lee	2019	5	Güney Kore	İngilizce	Makale
28	Sarıcan & Akgündüz	2018	12	Türkiye	İngilizce	Makale
29	Yıldırım & Türk	2018	13	Türkiye	İngilizce	Makale
30	Çakır & Ozan	2018	12	Türkiye	Türkçe	Makale
31	İnce, Mısır, Küpeli & Fırat	2018	10	Türkiye	Türkçe	Makale
32	Syukri, Soewarno, Halim & Mohtar	2018	15	Endonezya	İngilizce	Makale
33	Lestari, Sarwi & Sumarti	2018	10	Endonezya	İngilizce	Makale
34	Fan & Yu	2017	10	Tayvan	İngilizce	Makale
35	Banhan, Santiboon & Somtua	2017	15	Tayland	İngilizce	Makale
36	Rehmat	2015	9	Amerika	İngilizce	Doktora Tezi

Tablo 3 incelendiğinde, bu derlemeye dâhil edilen STEM eğitiminin K-12 düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisini inceleyen 36 araştırmanın yayınlanma yıllarının 2015-2021 arasında dağılım gösterdiği görülmektedir. Bu dağılıma göre, araştırmaların %22,2'si 2021 yılında, %16,6'sı 2020 yılında, %33,3'ü 2019 yılında, %16,6'sı 2018 yılında, %5,5'i 2017 yılında ve %2,7'si 2015 yılında yayınlanmıştır. Bu oranlara bakılarak, STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisini inceleyen araştırmaların en çok 2019 yılında yayınlandığı, en az ise 2015 yılında yayınlandığı anlaşılmaktadır.

Şekil 3

STEM Eğitiminin K-12 Öğrenim Düzeyindeki Öğrencilerin Üst Düzey Düşünme Becerilerine Etkisini İnceleyen Araştırmaların Yıllara Göre Dağılımı



Yukarıdaki grafikten de anlaşılacağı üzere, 2011-2015 yılında STEM eğitiminin K-12 düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisini inceleyen araştırmaların yürütülmediği görülmektedir. Belirlenen veri tabanlarının tarama yılı aralığı 2011-2021 olmasına rağmen, bu yıllar arasında yapılan STEM eğitiminin K-12 düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisini inceleyen ilk araştırmanın 2015 yılında yayınlandığı anlaşılmaktadır. Sonraki yıllarda STEM eğitiminin STEM eğitiminin K-12 düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisini inceleyen araştırma sayısında artışın olduğu tespit edilmiştir. Bu artışın sebebi, bireylerin üst düzey düşünme becerilerinin gelişmesinin STEM eğitimi sayesinde gerçekleşeceğine yönelik inanç olabilir. Özellikle, OECD (Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü-Organisation for Economic Co-operation and Development) tarafından yapılan PISA ve IEA (Uluslararası Eğitim Başarılarını Değerlendirme Kuruluşu-International Association for the Evaluation of Educational Achievement) tarafından yapılan TIMSS ve PIRL gibi uluslararası sınavlarda soruların birden fazla disiplin kapsamında öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini ölçmesi birçok araştırmacıyı STEM eğitimi incelemeye yönlendirmiş olabilir. Nitekim bu derlemede incelenen bazı araştırmalar bu amacı direkt

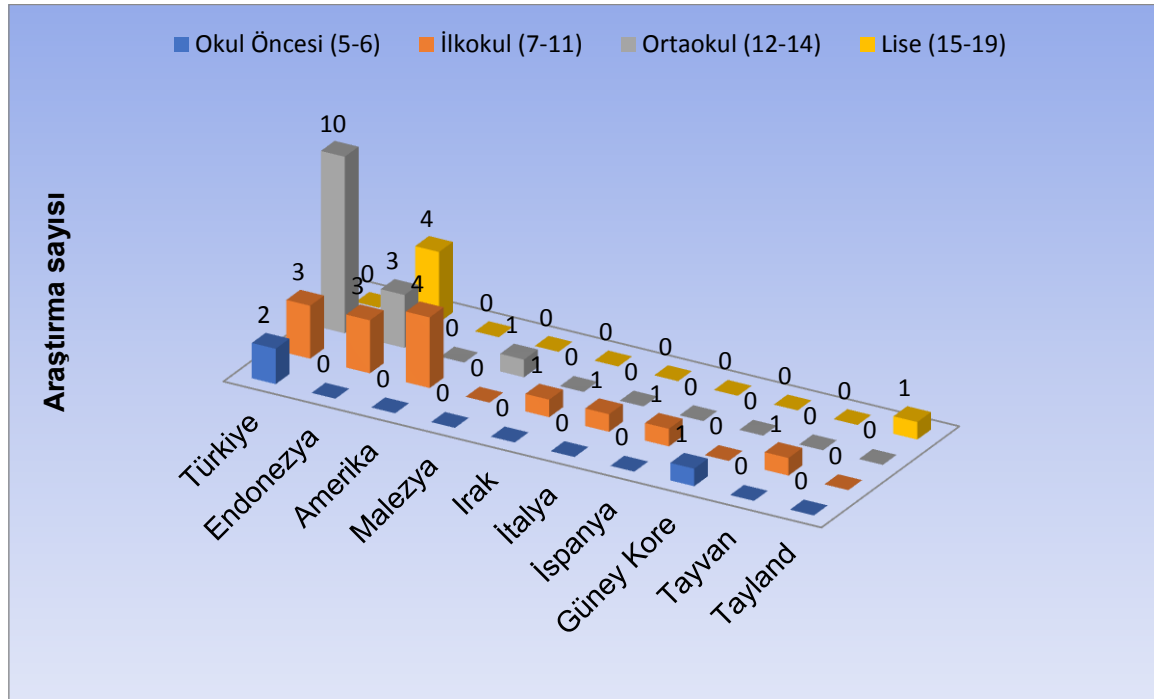
olarak belirtmektedir (Cannon-Ruffo, 2020; Rehmat, 2015; Şimşek, 2019). Aynı zamanda, STEM eğitiminin mühendislik disiplinde uygulanan robotik uygulamalarının yenilikçi bir öğretim anlayışını doğurması, öğrencilerin teknoloji ve programlama dili ile ilk defa bu kadar yakın olması ve dolayısıyla üst düzey düşünme becerilerinin gelişimi için etkili ve farklı olabileceği düşüncesi de birçok araştırmacıyı STEM eğitimini incelemeye yönlendirmiş olabilir. Nitekim bazı araştırmalar da bu amacı direkt olarak belirtmektedir (Blanchard ve diğerleri, 2010; Chiazzese ve diğerleri, 2019; Nam ve diğerleri, 2019; Rusmana ve diğerleri, 2020). Tüm bunlara ek olarak, bu bulgu ve yorumların yarı ve gerçek deneysel desen ile yürütülen araştırmalara dair olduğunu da belirtmek gerekir.

STEM eğitiminin K-12 düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisini inceleyen 36 çalışmanın %36,11'i 8-11 yaş grubundaki (ilkokul), % 33,3'ü 12-14 yaş grubundaki (ortaokul), %19,44'ü 15-19 yaş grubundaki (lise) ve %8,3'ü 5-6 yaş grubundaki (okul öncesi dönemi) öğrencilerle yürütülmüştür. Bu oranlar neticesinde, STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyinde öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisini inceleyen araştırmaların en çok ilkokul öğrencileri ile en az ise okul öncesi dönemdeki öğrenciler ile yürütüldüğü görülmektedir. Deneysel yöntemler ve STEM eğitiminin doğası düşünüldüğünde araştırma öncesinde yoğun ve nitelikli bir hazırlığın yapılması gerekmektedir. Bu hazırlık yaş grubuna göre ve uygulanan disiplin ile uygulama süresine göre kompleks olabilir. Özellikle okul öncesi dönemdeki öğrenciler ile STEM eğitimi araştırmalarının yürütülmesi birçok bakımdan zorlayıcı olabilir. Ayrıca öğretmenlerin ve araştırmacıların sıklıkla kolaylıkla ulaşabileceği örneklem seçimi okul öncesi dönemdeki öğrenciler ile yürütülen STEM eğitimi araştırmalarının sayısının az olmasına sebep olabilir. Bunun yanı sıra, okul öncesi dönemdeki öğrencilere kıyasla daha üst düzey becerilerin gelişiminin bekleneceği lise dönemindeki öğrenciler ile yürütülecek STEM eğitimi araştırmalarının kapsamlı hazırlık süreci gerektirmesi araştırmacıların sıklıkla örneklem olarak bu yaş grubundaki öğrencileri seçmemesinin sebebi olabilir.

STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisini inceleyen 36 çalışmanın %41,6'sının Türkiye'de, %25'inin Endonezya'da, %11,1'inin Amerika'da ve her biri %2,7 oranında Irak, Malezya, İtalya, İspanya, Güney Kore, Tayvan ve Tayland'da yürütülmüştür. Buna göre, bu araştırmaların en çok Türkiye'de, en az ise Irak, Malezya, İtalya, İspanya, Güney Kore, Tayvan ve Tayland'da yürütüldüğü anlaşılmaktadır.

Şekil 4

STEM Eğitiminin K-12 Öğrenim Düzeyindeki Öğrencilerin Üst Düzey Düşünme Becerilerine Etkisini İnceleyen Araştırmaların Ükelere Göre Örneklem Grubu Düzeyi



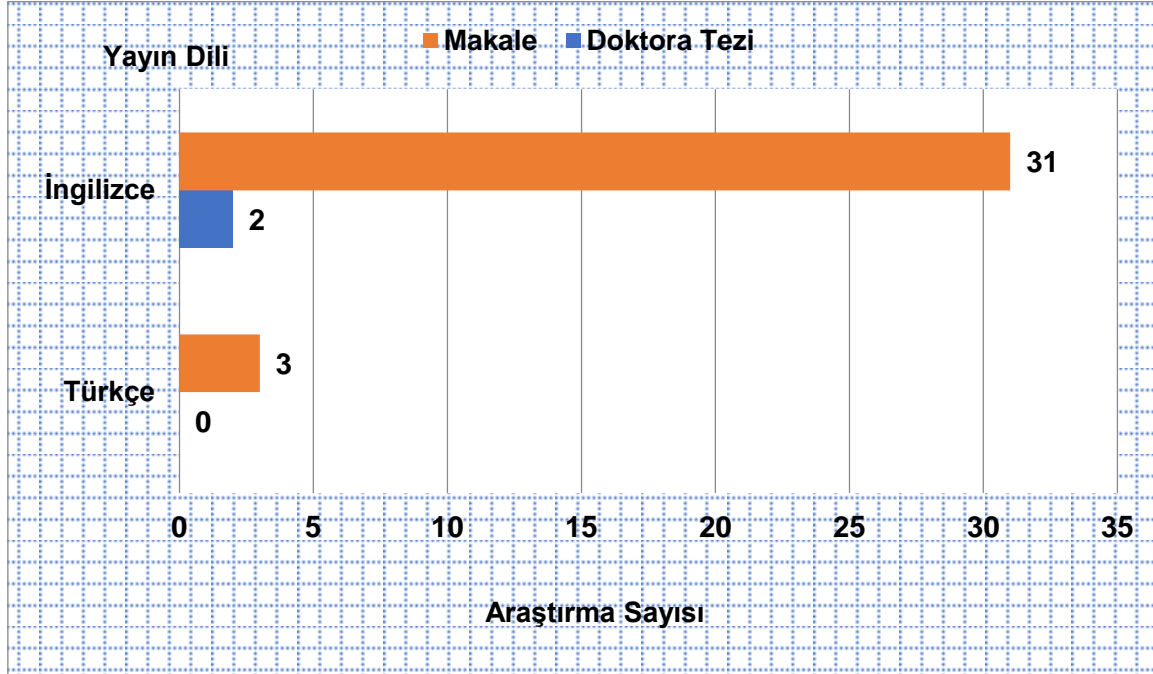
Bu araştırma kapsamında ülke değişkeni kriter olarak sınırlandırılmamasına rağmen STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisini inceleyen araştırmaların sadece 11 ülkede yürütüldüğü bulgusuna ulaşılmıştır. STEM eğitiminin son yıllardaki popülaritesi düşünüldüğünde okul öncesi, ilkokul, ortaokul ve lise öğrencilerin herhangi birinde güçlü deneysel desen kapsamında sadece 11 ülkede araştırmaların yürütülmesi dikkat çekici bir bulgudur. Irak, Malezya, İtalya, İspanya, Güney Kore, Tayvan ve Tayland'da yürütülen araştırma sayısının bir

olması ise şaşırtıcıdır. Ancak bu tespitlerin bu araştırmanın dâhil etme ve hariç tutma kriterlerine göre olduğu belirtilmelidir. Çünkü bu araştırmanın dâhil etme kriterlerinden birisi yayın dili Türkçe ve İngilizce olan araştırmaları incelemektir. Dolayısıyla, Irak, Malezya, İtalya, İspanya, Güney Kore, Tayvan ve Tayland'da bu araştırma problemine uygun şekilde yürütülmüş ancak yayın dili Türkçe veya İngilizce dili dışında olan araştırmalar olabilir. Bu araştırmaların örneklem gruplarının en çok ilkokul, daha sonra ortaokul ve lise, en az ise okul öncesi dönemindeki öğrenciler olduğu tespit edilmiştir. Araştırmalarda örneklem grubu seçiminin nedenine dair ifadelere rastlanamamıştır. Ancak, araştırmacıların çoğunlukla ilkokul ve ortaokul düzeyindeki öğrencilerle çalışmasının nedeni, öğrenmeye ve dünyayı keşfetmeye daha meraklı olan o yaş grubundaki öğrencilerde matematik ve fene yönelik ilgiyi artırmak, konuları bütüncül bir şekilde etkili öğretmek ve üst düzey düşünme becerilerini erken yaşta geliştirmeye çalışmak olduğu düşünülmüştür. Buna rağmen, kategorik olarak en genç yaş grubu olan okul öncesi dönemindeki bireylerle yürütülen çalışma sayısının azlığı da dikkat çekmektedir. Oysa ilgili literatürde, STEM eğitimi için optimal yaş grubu belirlemenin birçok parametreye bağlı olduğu, ancak okul öncesi dönem ile 4. 5. ve 8. sınıf düzeyindeki bireylerin bazı konuları anlamada ve geliştirmede kritik bir yaşta olduğu belirtilmektedir (Abbot, 2021; Tillinghast & Mo Mansouri, 2016). Ayrıca, araştırmalar erken yaşlarda verilen STEM eğitiminin bilişsel, duyuşsal ve psikomotor becerilerin gelişmesine katkı sunduğunu ortaya koymuştur (Kanaki & Kalogiannakis, 2022; Wang, 2016). Ancak bu sonuçlar, STEM eğitiminin sadece ilkokul ve ortaokul düzeyindeki bireylere verilmesi gerektiği anlamını değil; erken yaşlardan itibaren bireylerin STEM eğitimi ile öğrenim görmesi anlamına gelmektedir.

STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisini inceleyen 36 araştırmanın %8,3'ünün Türkçe, %91,6'sının İngilizce olarak yayınlandığı tespit edilmiştir. Bu yayınların türü irdelendiğinde ise %5,5'inin doktora tezi, %94,5'inin araştırma makalesi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Şekil 5

STEM Eğitiminin K-12 Öğretim Düzeyindeki Öğrencilerin Üst Düzey Düşünme Becerilerine Etkisini İnceleyen Araştırmaların Yayın Dili ve Türüne Göre Dağılımı



Sistemik derleme çalışmalarında dil faktörü her zaman biasa sebep olmaktadır (Ba' Pham ve diğerleri, 2005). Çünkü araştırmacının her dili bilmesi ve her dilde yayınlanmış araştırmaları incelemesi mümkün olmayabilir. Bu aratırmada, biası azaltmak için ortak bilimsel dil olarak kabul edilen İngilizce'ye ek olarak Türkçe dilinde yayınlanmış araştırmalara ulaşılmaya çalışılmıştır. Ancak Türkçe dilinde yayınlanmış üç araştırmaya ulaşılmıştır. Dolayısıyla Şekil 5'te de görüldüğü üzere İngilizce dilinde yayınlanmış araştırmaların sayısının fazla olması dil biasından kaynaklanmamaktadır. Bu durum, araştırmacıların STEM eğitime yönelik araştırmalarının sıklıkla İngilizce dilinde yayınlanmayı tercih ettiklerinin bir göstergesi olabilir.

STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisini inceleyen araştırmalara dair STEM eğitiminin geliştirmeyi hedeflediği beceri türü, uygulandığı öğretim konusu ve uygulanma süresi bilgileri Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4

STEM Eğitiminin K-12 Öğretim Düzeyindeki Öğrencilerin Üst Düzey Düşünme Becerilerine Etkisini İnceleyen Araştırmaların Geliştirmeye Çalıştığı Üst Düzey Düşünme Becerileri Türü, STEM Eğitiminin Uygulandığı Öğretim Konusu, STEM Eğitiminin Ders Saati Olarak Uygulanma Süresi Bilgileri

Sıra	Yazarlar	Beceri Türü	Konu	Uygulama Süresi (Ders Saati)
1	Kırıcı & Bakırcı, 2021	Yaratıcı Düşünme Becerisi	Kuvvet ve Hareket	24
2	Çalışıcı & Benzer, 2021	*Yaratıcı Düşünme Becerisi	Organizma ve Enerji İlişkileri	24
3	Yalçın & Erden, 2021	*Problem Çözme Becerisi	Belirtilmemiş	24
4	Görgülü Ar & Meço, 2021	*Neden-Sonuç İlişkisi Kurma Becerisi	İnsan Vücudu	21
5	Doğan & Kahraman, 2021	*Yaratıcı Düşünme Becerisi	Teleskop, Hava Filtresi, Termos, Mikroskop Tasarımı	12
6	Jawad, Majeed & Al Riakibi, 2021	*Yenilikçi Düşünme Becerisi	Matematik Konuları (Tam olarak belirtilmemiş)	1 Dönem Boyunca
7	Pahruddin, Misbah, Alisia, Saregar, Asyhari, Anugrah & Susilowati,	*Eleştirel Düşünme Becerisi	Momentum ve Çarpışma	Belirtilmemiş

2021				
8	Permana, Nyeneng & Distrik, 2021	*Eleştirel Düşünme Becerisi	Newton'un Kanunları	Belirtilmemiş
9	Kurt & Benzer, 2020	*Problem Çözme Becerisi	Elektrik İletimi	32
10	İzgi & Kalaycı, 2020	*Bilimsel Süreç Becerisi	Elektrik Enerjisinin Dönüşümü	16
11	Rehmat & Hartley, 2020	*Eleştirel Düşünme Becerisi	Yaşam Döngüsü, Habitat	7
12	Shukri, Ahmad & Daud, 2020	*Yaratıcı Düşünme Becerisi	İnsanda Üreme	8
13	Aprianty, Gani & Pada, 2020	*Bilimsel Süreç Becerisi	Maddeler ve Özellikleri	Belirtilmemiş
14	Cannon-Ruffo, 2020	*Eleştirel Düşünme Becerisi	Işık Dalgaları	10
15	Rusmana, Widodo & Surakusumah, 2019	*Mühendislik Becerileri	Hava, Su ve Çevre Kirliliği	Belirtilmemiş
16	Putri, Rusdiana & Suwama, 2019	*Yaratıcı Düşünme Becerisi	Belirtilmemiş	4
17	Madyani, Yamtinah & Utomo, 2019	*Yaratıcı Düşünme Becerisi	Belirtilmemiş	Belirtilmemiş
18	Amiruddin, Juwairiyah & Subhan, 2019	*Yaratıcı Düşünme Becerisi	Belirtilmemiş	Belirtilmemiş
19	Gandi, Haryani & Setiawan, 2019	*Yaratıcı Düşünme Becerisi	Belirtilmemiş	Belirtilmemiş
20	Jagannathan, Camasso & Delacalle, 2019	*Üstü Düzey Düşünme Becerileri	Belirtilmemiş	1 Dönem Boyunca
21	Karaahmetoğlu & Kormaz, 2019	*Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisi	Teknoloji ve Yazılım	İngilizce
22	Şimşek, 2019	*Bilimsel Süreç	Kule, Robotik El,	22

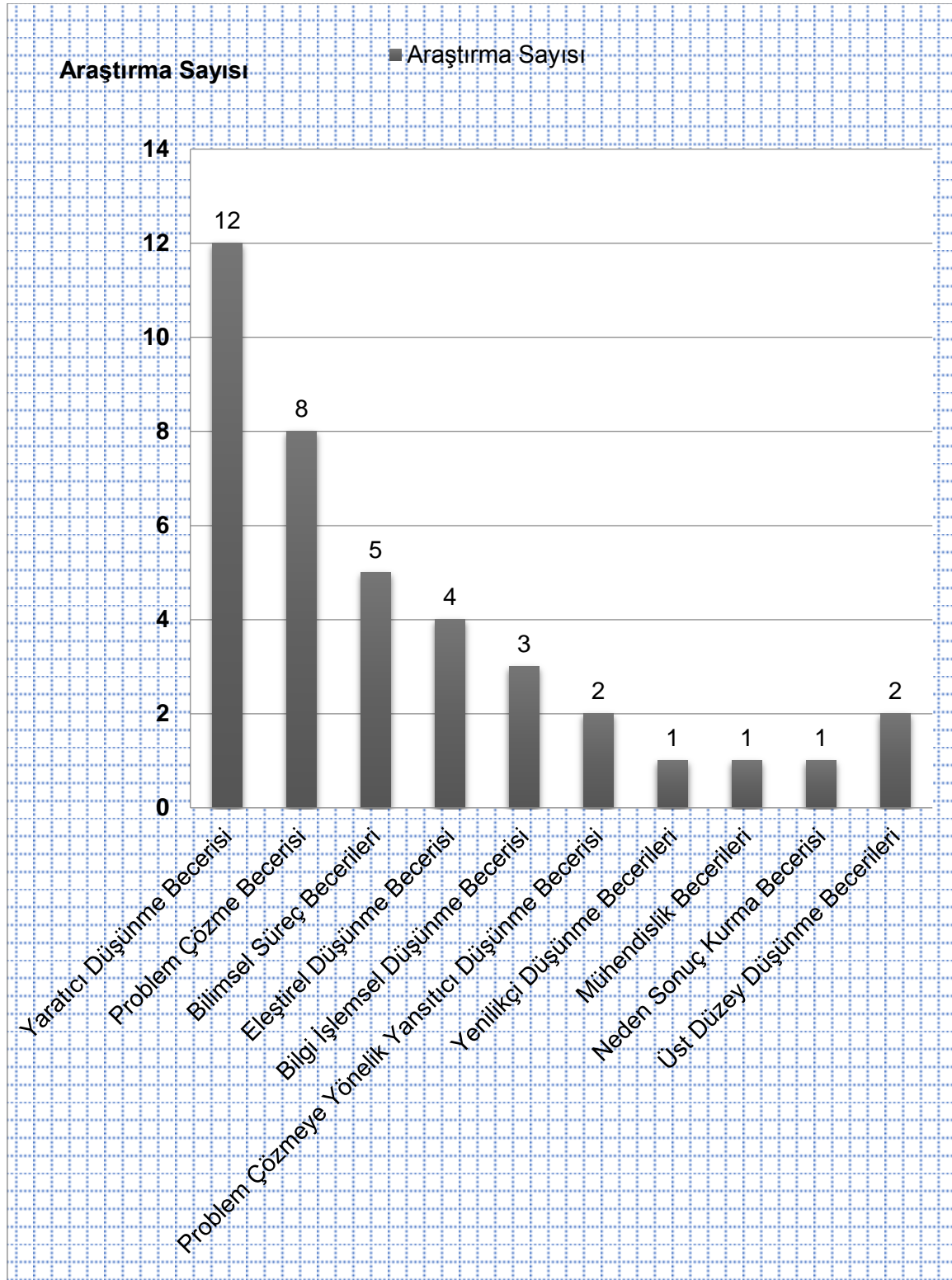
		Becerisi	Araba, Basketbol Sahası vb. Tasarımı	
		*Bilimsel Süreç		
23	Çaycı & Tabaru Örnek, 2019	Becerisi *Problem Çözme	Basit Elektrik Devreleri	12
		Becerisi		
24	Keçeci & Kırbağ Zengin, 2019	*Bilimsel Süreç	Eğlenceli Fen Deneyleri	11
		Becerisi		
25	Chiazzese, Arrigo, Chifari & Tosto, 2019	*Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisi	Belirtilmemiş	8
		Becerisi		
26	Caballero-Gonzales, Munoz-Repiso & Garcia-Holgado, 2019	*Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisi	Belirtilmemiş	1 Dönem Boyunca
		Becerisi		
27	Nam, Kim & Lee, 2019	*Problem Çözme	Sandviç Yapma	12
		Becerisi		
28	Sarıcan & Akgündüz, 2018	*Problem Çözmeye Yönelik Yansıtıcı Düşünme Becerisi	Kuvvet ve Hareket, Işık ve Ses, Elektrik İletimi, Madde ve Sıcaklık	20
		Becerisi		
29	Yıldırım & Türk, 2018	*Problem Çözme	Elektrik Enerjisi, Basınç	8
		Becerisi		
		*Problem Çözmeye		
30	Çakır & Ozan, 2018	Yönelik Yansıtıcı Düşünme Becerisi	Çember ve Daire	16
		Becerisi		
31	İnce, Mısır, Küpeli & Fırat, 2018	*Problem Çözme	Yer Kabuğunun Gizemi	24
		Becerisi		
32	Syukri, Soewarno, Halim & Mohtar, 2018	*Problem Çözme	Elektrik ve Manyetizma	12
		Becerisi		
33	Lestari, Sarwi & Sumarti, 2018	*Yaratıcı Düşünme	Su Döngüsü ve Kullanımı	3
		Becerisi		
34	Fan & Yu, 2017	*Üst Düzey Düşünme	Mekanik Fizik	20

		Becerileri		
35	Banhan, Santiboon & Somtua, 2017	*Yaratıcı Düşünme Becerisi	Momentum ve Çarpışma	10
36	Rehmat, 2015	*Yaratıcı Düşünme Becerisi	Habitat ve Dünya	16

Bu araştırma kapsamında, üst düzey düşünme becerileri, farklı düşünme becerilerini içeren bir şemsiye kavramı ifade etmektedir. Çünkü birçok araştırma direkt olarak STEM eğitiminin öğrencilerin üst düzey düşünme becerileri üzerindeki etkisini ölçmemiştir. Bunun yerine, STEM eğitiminin yaratıcı düşünme, problem çözme, bilgi işlemsel düşünme, mühendislik düşünme vb. becerilere yönelik etkiye odaklanılmıştır. Sadece birkaç araştırma (Fan & Yu, 2017; Jagannathan, Camasso & Delacalle, 2019), STEM eğitiminin üst düzey düşünme becerileri üzerindeki etkisini incelemek amacıyla doğrudan üst düzey düşünme becerilerini belirlemeye yönelik bir ölçek kullanmıştır. Bu bilgilerden hareketle, üst düzey düşünme becerilerinin algoritmik, karmaşık, çaba gerektiren, durumlar arası farklılıklara dayalı yargılama ve yorumlama, belirsizlik, düşünme sürecinde kendi kendini düzenleme, anlam yükleme ve belirgin düzensizlikte yapı bulma (Resnick, 1987) becerileri içerdiği göz önünde bulundurarak bilişsel becerileri belirlemeye çalışan araştırmalar bu derleme kapsamında değerlendirilmiştir. STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisini inceleyen 36 araştırmanın bazılarında (Çalışıcı & Benzer, 2021; Çaycı & Tabaru Örnek, 2019; Yalçın & Erden, 2021) birden fazla üst düzey düşünme beceri türü araştırıldığı için 39 ölçüm tespit edilmiştir. Bu ölçümlerin %30,7'si yaratıcı düşünme becerisini, %20,5'i problem çözme becerisini, % 12,8'i bilimsel süreç becerilerine, % 10,2'si eleştirel düşünme becerisine, %8,3'ü bilgi işlemsel düşünme becerisine, %5,1'i problem çözmeye yönelik yansıtıcı düşünme becerisine, %2,5'i yenilikçi düşünme becerisine, %2,5'i mühendislik becerisine, %2,5'i neden sonuç kurma becerisine yöneliktir. Bunun yanı sıra, tüm araştırmaların %5,5'i üst düzey düşünme becerileri şeklinde genel bir ölçek aracılığıyla ölçüm yapmıştır.

Şekil 6

STEM Eğitiminin K-12 Öğretim Düzeyindeki Öğrencilerin Üst Düzey Düşünme Becerilerine Etkisini İnceleyen Araştırmaların Kullandıkları Ölçüm Araçlarına Göre Dağılımı



Şekil 6'da da gördüldüğü üzere, STEM eğitiminin yaratıcı düşünme ve problem çözme becerisi üzerindeki etkisi diğer beceri türlerine göre daha fazla incelenmiştir. Bu durum, STEM eğitiminde yaratıcılık, yenilikçilik, problem çözme sürecinin vurgulanmasından (Aguilera & Ortiz-Revilla, 2021; NSF, 2020) kaynaklanıyor olabilir. Bunun yanı sıra, STEM eğitiminin günlük hayattaki problemlere disiplinler arası öğretim ile çözüm bulma amacı, araştırmaların bu iki beceri türüne odaklanması inancından (Ma, 2006; Maddena ve diğerleri, 2013; Kanematsu & Barry, 2016) kaynaklanıyor olabilir. Ayrıca, yaratıcı düşünme ve problem çözme becerisine yönelik yoğun bir literatür de bulunmaktadır. Dolayısıyla, üst düzey düşünme becerileri birçok araştırmacı tarafından ilk olarak yaratıcı düşünme ve problem çözme becerisi olarak algılanabilir.

STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisini inceleyen araştırmalarda STEM eğitiminin uygulandığı öğretim konusunun disiplin alanı, kontrol grubunda uygulanan öğretim yöntemi ve deney grubunda uygulanan STEM eğitime dair bilgiler Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 5

STEM Eğitiminin K-12 Öğrenim Düzeyindeki Öğrencilerin Üst Düzey Düşünme Becerilerine Etkisini İnceleyen Araştırmaların STEM Eğitiminin Uygulandığı Disiplin Alanı, Kontrol Grubunda Uygulanan Öğretim Yöntemi Ve Deney Grubunda Uygulan STEM Eğitimi Bilgileri

Sıra	Yazarlar	Disiplin	Kontrol Grubunda Uygulanan Öğretim Yöntemi	Deney Grubunda Uygulanan Öğretim Yöntemi
1	Kırıcı & Bakırcı, 2021	Fizik	Araştırma Sorgulamaya Dayalı Öğretim Yaklaşımı	STEM-Araştırma Sorgulamaya Dayalı Öğretim Yaklaşımı
2	Çalışıcı & Benzer, 2021	Biyoloji	Yapılandırmacı Yaklaşım Dayalı	STEM

			Öğretim (Öngörülen öğretim programına Yöntemi) Yapılandırmacı Yaklaşım Dayalı	
3	Yalçın & Erden, 2021	Hepsi	Öğretim (Öngörülen öğretim programına Yöntemi) Yapılandırmacı Yaklaşım Dayalı	STEM-Tasarım Odaklı Düşünme
4	Görgülü Ar & Meço, 2021	Biyoloji	Öğretim (Öngörülen öğretim programına Yöntemi) Yapılandırmacı Yaklaşım Dayalı	STEM-Robotik Eğitimi
5	Doğan & Kahraman, 2021	Fizik	Öğretim (Öngörülen öğretim programına Yöntemi) Yapılandırmacı Yaklaşım Dayalı	STEM
6	Jawad, Majeed & Al Riakibi, 2021	Matematik	Öğretim (Öngörülen öğretim programına Yöntemi) Yapılandırmacı Yaklaşım Dayalı	STEM
7	Pahruddin, Misbah, Alisia, Saregar, Asyhari, Anugrah & Susilowati, 2021	Fizik	Öğretim (Öngörülen öğretim programına Yöntemi) Yapılandırmacı Yaklaşım Dayalı	STEM
8	Permana, Nyeneng & Distrik, 2021	Fizik	Öğretmen Merkezli Geleneksel Öğretim	STEM

			Yöntemi	
9	Kurt & Benzer, 2020	Fizik	Öğretmen Merkezli Geleneksel Öğretim Yöntemi	STEM
10	İzgi & Kalaycı, 2020	Fizik	Yapılandırmacı Yaklaşım Dayalı Öğretim (Öngörülen öğretim programına Yöntemi)	STEM-5E Öğrenme Yöntemi
11	Rehmat & Hartley, 2020	Biyoloji	Öğretmen Merkezli Geleneksel Öğretim Yöntemi	STEM-Probleme Dayalı Öğrenme Yöntemi
12	Shukri, Ahmad & Daud, 2020	Biyoloji	Öğretmen Merkezli Geleneksel Öğretim Yöntemi	STEM
13	Aprianty, Gani & Pada, 2020	Kimya	Buluş Yoluyla Öğrenme Yöntemi Yapılandırmacı Yaklaşım Dayalı	STEM-Proje Tabanlı Öğrenme Yöntemi
14	Cannon-Ruffo, 2020	Fizik	Öğretim (Öngörülen öğretim programına Yöntemi)	STEM-LEGO
15	Rusmana, Widodo & Surakusumah, 2019	Biyoloji	Yapılandırmacı Yaklaşım Dayalı Öğretim (Öngörülen öğretim programına Yöntemi)	STEM
16	Putri, Rusdiana & Suwama, 2019	Fizik	Çalışma Yaprağı ile Meydan Okumaya Dayalı Öğrenme	STEM- Çalışma Yaprağı ile Meydan Okumaya Dayalı

			Yöntemi (Challenge Based Learning)	Öğrenme Yöntemi (Challenge Based Learning)
17	Madyani, Yamtinah & Utomo, 2019	Kimya	Öğretmen Merkezli Geleneksel Öğretim Yöntemi	STEM-Probleme Dayalı Öğrenme Yöntemi
18	Amiruddin, Juwairiyah & Subhan, 2019	Hepsi	Öğretmen Merkezli Geleneksel Öğretim Yöntemi	STEM
19	Gandi, Haryani & Setiawan, 2019	Hepsi	Probleme Dayalı Öğrenme Yöntemi	STEM-Probleme Dayalı Öğrenme Yöntemi
20	Jagannathan, Camasso & Delacalle, 2019	Biyoloji	Yapılandırmacı Yaklaşım Dayalı Öğretim (Öngörülen öğretim programına Yöntemi)	STEM
21	Karaahmetoğlu & Kormaz, 2019	Enformatik	Proje Tabanlı Öğrenme Yöntemi	STEM-Proje Tabanlı Öğrenme Yöntemi
22	Şimşek, 2019	Hepsi	Öğretmen Merkezli Geleneksel Öğretim Yöntemi	STEM
23	Çaycı & Tabaru Örnek, 2019	Fizik	Yapılandırmacı Yaklaşım Dayalı Öğretim (Öngörülen öğretim programına Yöntemi)	STEM
24	Keçeci & Kırbağ Zengin, 2019	Hepsi	Yapılandırmacı Yaklaşım Dayalı Öğretim (Öngörülen	STEM-Robotik Eğitimi

			öğretim programına	
			Yöntemi)	
			Yapılandırmacı	
			Yaklaşım Dayalı	
25	Chiazzese, Arrigo, Chifari & Tosto, 2019	Enformatik	Öğretim (Öngörülen öğretim programına Yöntemi)	STEM-Robotik Eğitimi
			Yapılandırmacı	
			Yaklaşım Dayalı	
26	Caballero-Gonzales, Munoz-Repiso & Garcia- Holgado, 2019	Hepsi	Öğretim (Öngörülen öğretim programına Yöntemi)	STEM-Robotik Eğitimi
			Yapılandırmacı	
			Yaklaşım Dayalı	
27	Nam, Kim & Lee, 2019	Hepsi	Öğretim (Öngörülen öğretim programına Yöntemi)	STEM-Robotik Eğitimi
			Yapılandırmacı	
			Yaklaşım Dayalı	
28	Sarıcan & Akgündüz, 2018	Fizik	Öğretim (Öngörülen öğretim programına Yöntemi)	STEM
			Teknoloji Temelli Öğretim Yöntemi	
			Yapılandırmacı	
			Yaklaşım Dayalı	
29	Yıldırım & Türk, 2018	Fizik	Öğretim (Öngörülen öğretim programına Yöntemi)	STEM-Argümantasyon
			Yapılandırmacı	
			Yaklaşım Dayalı	
30	Çakır & Ozan, 2018	Matematik	Öğretim (Öngörülen öğretim programına Yöntemi)	STEM
			Yapılandırmacı	
			Yaklaşım Dayalı	
31	İnce, Mısır, Küpeli &	Biyoloji	Yapılandırmacı	STEM

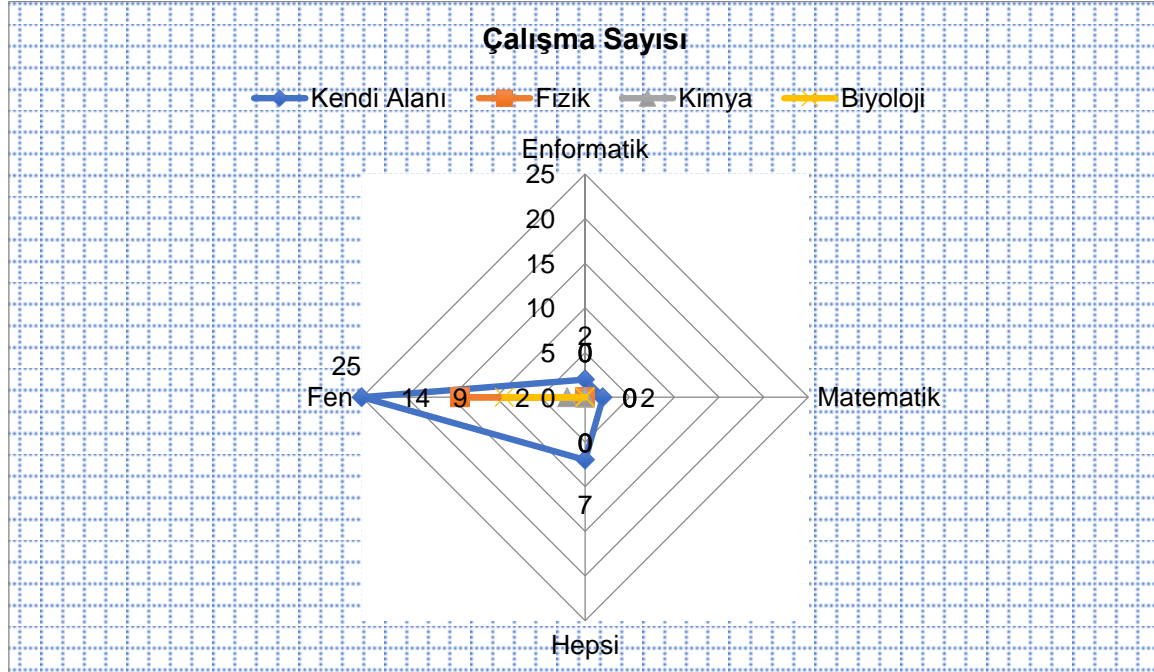
	Firat, 2018		Yaklaşımaya Dayalı Öğretim (Öngörülen öğretim programına Yöntemi)	
32	Syukri, Soewarno, Halim & Mohtar, 2018	Fizik	Öğretmen Merkezli Geleneksel Öğretim Yöntemi	STEM-Probleme Dayalı Öğrenme Yöntemi
33	Lestari, Sarwi & Sumarti, 2018	Biyoloji	Proje Tabanlı Öğrenme Yöntemi	STEM-Proje Tabanlı Öğrenme Yöntemi
34	Fan & Yu, 2017	Fizik	Teknoloji Temelli Öğretim Yöntemi	STEM-Tasarım Temelli Öğrenme Yöntemi
35	Banhan, Santiboon & Somtua, 2017	Fizik	5E Öğrenme Yöntemi- Araştırma Sorgulamaya Dayalı Öğretim Yaklaşımı	STEM
36	Rehmat, 2015	Biyoloji	Öğretmen Merkezli Geleneksel Öğretim Yöntemi	STEM-Probleme Dayalı Öğrenme Yöntemi

İlgili araştırmalarda STEM eğitiminin uygulandığı öğretim konusu da farklılık göstermektedir. Putri, Rusdiana ve Suwama (2019) ve Jagannathan, Camasso ve Delacalle (2019) araştırmalarında STEM eğitiminin hangi öğretim konusu üzerinde uygulandığı bahsedilmese de disiplin alanı bahsedilmiştir. Bu sebeple, Tablo 4'te öğretim konuları "belirtilmemiş" şeklinde yazılırken, Tablo 5'te araştırmada verilen disiplin alanı yazılmıştır. Derlemeye dâhil edilen 36 araştırma hem fen disiplinine yönelik fizik, kimya ve biyoloji olarak gruplandırılmış, hem de matematik ve enformatik disiplinlerine göre ayrılmıştır. Bu gruplandırma yapılırken STEM kısaltmasındaki disiplinler göz önünde bulundurulmuştur. Bazı araştırmalarda (Amiruddin ve diğerleri, 2019; Caballero-Gonzales ve diğerleri, 2019; Gandi ve diğerleri, 2019; Keçeci & Kırbağ Zengin, 2019; Nam ve

diğerleri, 2019; Şimşek, 2019; Yalçın & Erden, 2021) STEM eğitimi fen, matematik veya enformatik gibi özellikle belirli bir disiplin alanını değil; tüm disiplinleri içerdiğinden dolayı “hepsi” şeklinde gruplandırılmıştır. Bu kodlamalar doğrultusunda, STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisini inceleyen araştırmaların %69,4’ü fen, % 19,4’ü tüm disiplinleri kapsayan “hepsi” kategorisinde, % 5,5’i matematik ve yine % 5,5’i enformatik disiplininde yürütülmüştür. Burada bahsi geçen enformatik disiplinine yönelik öğretim konularını içeren araştırmalar (Chiazzese ve diğerleri, 2019; Karaahmetoğlu & Kormaz, 2019) Tablo 4’te sunulmuştur. Bu oranlar neticesindei STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisini inceleyen araştırmaların büyük bir kısmının fen disiplininde yürütüldüğü anlaşılmaktadır.

Şekil 7

STEM Eğitiminin K-12 Öğretim Düzeyindeki Öğrencilerin Üst Düzey Düşünme Becerilerine Etkisini İnceleyen Araştırmalardaki Etkinliklerin Disiplinlere Göre Dağılımı



Araştırmalarda fen bilimleri disiplinindeki fizik, kimya ve biyoloji bilimlerinden en çok fizik bilimi (%38,8) ile ilgili STEM uygulamaların olduğu ortaya çıkmıştır. STEM eğitimi uygulamalarının sıklıkla fen bilimleri disiplininde gerçekleştirilmesi STEM eğitimini bu alandaki araştırmacıların daha çok benimsediği anlamına gelebilir. Oysa STEM kısaltmasında matematik ve dolaylı olarak enformatik disiplinleri de bulunmaktadır ve STEM kavramsal ve mantıksal bağlantıları bütünsel olarak vurgulayan bir yaklaşım olarak görülmektedir (Honey ve diğerleri, 2014; Next Generation Science Standards, 2015). Ayrıca fen, matematik, mühendislik ve teknoloji disiplinlerini kapsayan bütünleşik STEM uygulamalarının daha çok fizik konularında (Cannon-Ruffo, 2020; Çaycı & Tabaru Örnek, 2019; Fan & Yu, 2017; Syukri ve diğerleri, 2018) gerçekleştirildiği tespit edilmiştir. Bu durum STEM eğitimi için geliştirilen fizik etkinliklerinin kimya ve biyolojiye göre daha kolay, hızlı ve görsel olmasından kaynaklanabilir. Ancak STEM eğitiminin amacı bireylerin günlük hayattaki problemlere yaratıcı çözüm bulmasını sağlamaktır. Günlük hayatta fizik kadar diğer bilimler de yer almaktadır ve bu bilimler birbiriyle bütüncül bir ilişkiye sahiptir.

STEM eğitiminde tüm disiplinlerin bütünleşik şekilde öğretilmesinin amacı da hayatın içindeki olayları bütüncül bakış açısıyla çözümleyebilmektir.

STEM eğitiminin deney gruplarındaki uygulanma süreleri incelendiğinde, araştırmaların %19,4'ü 1-10 ders saati arasında, %27,7'si 11-20 ders saati arasında ve %30,5'i 21 ders saatinden fazla olacak şekilde yürütüldüğü tespit edilmiştir. Buradan hareketle, STEM eğitiminin sıklıkla uzun süreli olarak uygulandığı anlaşılmaktadır. Bunun yanı sıra, 36 araştırmacının %19,4'ünde uygulama saati ile ilgili paylaşım yapılmamıştır. Deeyssel araştırmalarda sadece STEM eğitiminin değil; uygulanan tüm öğretim yaklaşımlarının paylaşılması ikincil analiz araştırmaları için bir veri kaynağıdır.

STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisini inceleyen 36 araştırma ön test- son test kontrol gruplu yarı deneysel desen türünde yürütülmüştür. Her araştırmacının deney grubunda mutlaka STEM eğitimi uygulanmaktadır. Bazı araştırmalarda STEM eğitimi 5E öğrenme yöntemi, robotik eğitimi, proje tabanlı, probleme dayalı vb. öğrenme yöntemleri ile desteklenmiştir. Bu araştırmaların kontrol gruplarında ise %25 oranında öğretmen merkezli öğretim, %50 oranında yapılandırmacı yaklaşıma dayalı öğretim (öğretim programında önerilen uygulama), %5,5 oranında araştırma sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı, %5,5 oranında teknoloji temelli öğretim yöntemi, %5,5 oranında probleme dayalı öğrenme yöntemi, %2,7 oranında proje tabanlı öğrenme yöntemi, %2,7 oranında buluş yoluyla öğrenme yöntemi ve yine %2,7 oranında çalışma yaprağı ile meydan okumaya dayalı öğrenme yöntemi (challenge based learning) gibi tercih edilmiştir. Diğer bir ifadeyle, STEM eğitimi büyük çoğunlukla öğrenci merkezli öğretim yöntemleriyle, daha az yoğunlukla öğretmen merkezli öğretim yöntemleriyle de kıyaslanmıştır. STEM eğitimi birçok öğretim yöntemini kapsayan bir yaklaşımdır. Hatta yapılandırmacı yaklaşımın önerdiği, öğretmenin rehber olduğu ve öğrencinin en aktif olduğu öğretim yöntemlerinden biridir. Bu sebeple, öğretmen merkezli öğretim yaklaşımları ile STEM eğitimi karşılaştırmak ve öğrencilerin üst düzey düşünme becerileri arasındaki farkı görece

kıyaslamak yerine öğrenci merkezli öğretim yaklaşımları ile STEM eğitimini kıyaslamak daha farklı sonuçlar sunabilir. Bu yüzden, son zamanlarda, bazı araştırmacılar aynı öğretim yöntemlerini bazı destek uygulamalarla (lego, robotik vs.) kıyaslamaktadır. Filtreleme esnasında bu araştırmanın kriterlerine uymayan ancak bu duruma örnek olarak verilebilecek araştırmalara (Hsiao ve diğerleri, 2019; Ortiz, 2020) rastlanmıştır.

STEM Eğitiminin K-12 Öğrenim Düzeyindeki Öğrencilerin Üst Düzey Düşünme Becerilerine Etkisi

Araştırmanın bu kısmında, STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisini inceleyen 36 çalışmadan toplam 39 etki büyüklüğü elde edilmiştir. Bu etki büyüklüklerinden yararlanılarak, öncelikle, STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisine yönelik genel etki büyüklüğü hesaplanmıştır. Daha sonra, araştırmalardaki yaş, ülke, uygulama süresi ve disiplin alanı değişkenleri için moderatör analizi yapılmıştır. Moderatörlerin STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisinin yönünü ve gücünü belirlemek için ise meta-regresyon kapsamında çoklu regresyona dayalı önem ve tahmin analizleri gerçekleştirilmiştir.

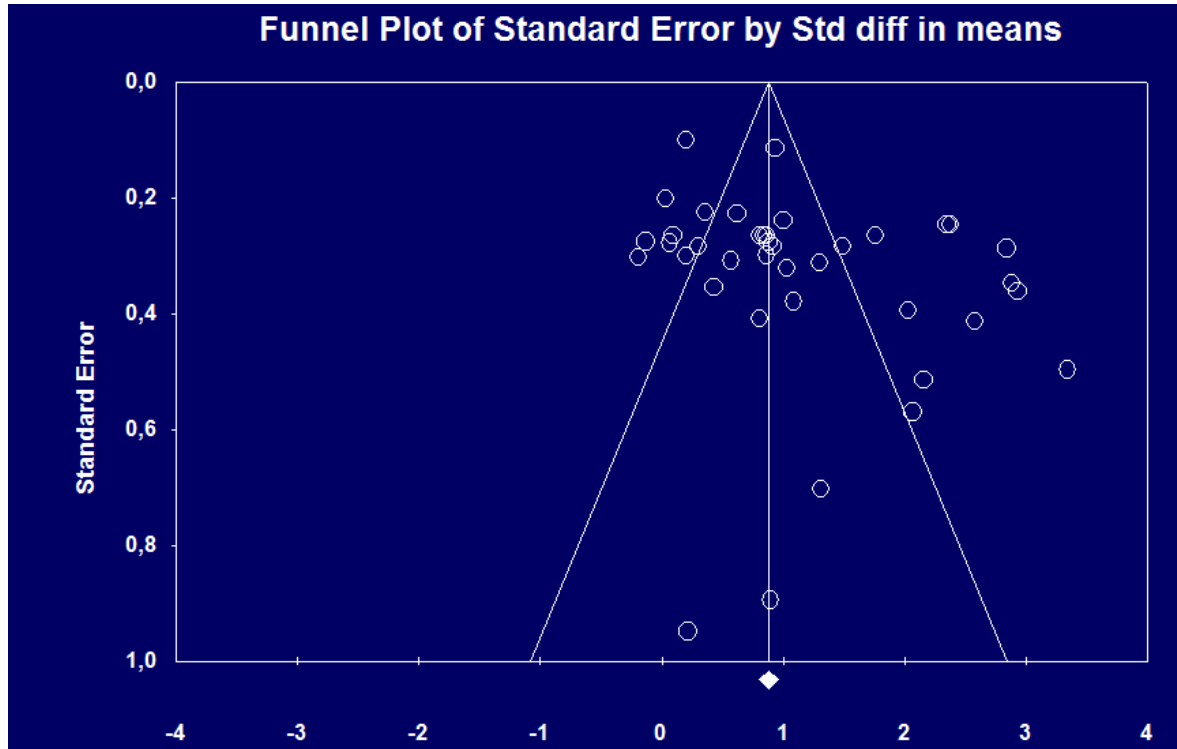
Yayın Yanlılığı

Araştırma bulgularının yönüne veya gücüne dayalı olarak araştırmacıların makalelerini yayınlamak için gönderme veya hakemlerin ve editörlerin gönderilen makaleleri yayınlamak üzere kabul etme eğilimi yayın yanlılığı olarak ifade edilmektedir (Dickersin, 1990). Yayın yanlılığı, sistematik derleme ve meta-analiz çalışmalarında sonuçların geçerliliğini ve güvenilirliğini etkileyebilecek önemli bir faktördür (Lin & Chu, 2018). Belirlenen kriterlere göre literatürdeki araştırmaların bu araştırmaya dâhil etmek üzere seçilmesinde yayın yanlılığı olup olmadığını belirlemek için öncelikle, Duval ve Tweedie (2000)'nin "doldur-kırp (trim and fill) huni grafiğinden" yararlanılmıştır. Bu grafikte her bir daire her araştırmanın standart hatasına karşı Cohen d etki büyüklüğü değerini

göstermektedir. Derlemeye dâhil edilen araştırmaların seçiminde yayın yanlılığının olmaması için her dairenin üçgenin içinde, üst kısmında, sağ ve sol taraflarda simetrik yapıda olması gerekmektedir (Sutton, Abrams, Jones, Sheldon & Song, 2000; Thornton & Lee, 2000). STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisini inceleyen araştırmalar için oluşturulan huni grafiği Şekil 8’de sunulmuştur.

Şekil 8

STEM Eğitiminin K-12 Öğrenim Düzeyindeki Öğrencilerin Üst Düzey Düşünme Becerilerine Etkisini İnceleyen Araştırmalar İçin Oluşturulan Huni Grafiği



Huni grafiğindeki dairelerin konumu irdelendiğinde, meta-analize dâhil edilen araştırmaların seçiminde zayıf bir yanlılığın olduğu söylenebilir. Huninin sağ tarafında yer alan sekiz araştırma bu yanlılığa sebep olmaktadır. Bu, sekiz olası araştırmanın meta-analize dâhil edildiğinde yayın yanlılığının ortadan kaldırılabileceğinin göstergesidir. Toplam 39 etki büyüklüğu arasından sekiz olası kayıp araştırma ihmal edilebilir bir orandadır (Duval & Tweedie, 2000). Yayın yanlılığı Begg ve Mazumdar (1994)’ün sıra

korelasyonu testi ile kontrol edilmiş ve meta-analize dâhil edilen araştırmaların seçiminde yayın yanlılığının zayıf olduğu kanıtlanmıştır (Tau=0,217, $p=0,025$). Buna ek olarak, Rosenthal (1979)'in klasik fail-safe N (classical fail-safe N) testi sonuçları irdelenmiş ve N sayısı 5137 olarak bulunmuştur. Bu değer Rosenthal'in yayın yanlılığını gösteren $N>5K+10$ formülüne göre bu araştırma için yayın yanlılığının zayıf olduğunun bir göstergesidir. Tüm bu sonuçlar temelinde, bu araştırmadaki STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisini inceleyen 36 araştırmanın seçiminde yayın yanlılığının düşük olduğu anlaşılmıştır.

STEM Eğitiminin K-12 Öğrenim Düzeyindeki Öğrencilerin Üst Düzey Düşünme Becerilerine Yönelik Genel Etki Büyüklüğü

Meta-analiz araştırmalarında sabit ve rastgele etkiler (fixed and random effects models) olmak üzere iki istatistiksel model vardır (Borenstein ve diğerleri, 2010; Hedges & Vevea, 1998). Sabit etkiler modeli, meta-analize dâhil edilen araştırmaların ortalama etki büyüklüğünün sabit olduğunu, verilerin aynı özelliklere sahip popülasyondan elde edildiği için araştırmaların homojen bir dağılım gösterdiğini varsaymaktadır. Rastgele etkiler modeli ise, sabit etkiler modelinin aksine, meta-analize dâhil edilen araştırmaların ortalama etki büyüklüklerinin her araştırma için farklılık gösterdiğini, verilerin tamamen aynı özelliklere sahip popülasyondan elde edilmediği için araştırmaların heterojen bir dağılım gösterdiğini varsaymaktadır (Borenstein ve diğerleri, 2010; Hedges, 2012; Hunter & Schmidt, 2000). Sosyal bilimler alanında yapılan meta-analiz araştırmalarında rastgele etkiler modelinin kullanılması önerilmektedir (Field & Gillett, 2010). Bu öneriye ek olarak, istatistiksel olarak bu durumu gösterebilmek için homojenlik/heterojenlik testi yapılmıştır.

Tablo 6

STEM Eğitiminin K-12 Öğrenim Düzeyindeki Öğrencilerin Üst Düzey Düşünme Becerilerine Etkisini İnceleyen Araştırmaların Homojenlik/Heterojenlik Testi Sonuçları

Model	N	Z	Standart	% 95 Güven Aralığı	df	Q	p	I^2
-------	---	---	----------	--------------------	----	---	---	-------

			Hata	Düşük	Yüksek				
Sabit	39	21,248	0,041	0,800	0,962	38	392,74	0,00	90,32
Rastgele	39	8,061	0,141	0,860	1,412				

Homojenlik/heterojenlik testi sonuçları incelendiğinde, $Q(df=38)$ değeri 392,74 ($p<0.05$) olarak bulunmuştur. Bu değer ki-kare tablosunda 0,05 anlamlılık düzeyine göre 38 serbestlik derecesinin Q değerini aşmaktadır ($df=38, \chi^{2(0,05)}=53.384$). Bu durum, meta-analize dâhil edilen araştırmaların standart hata ve etki büyüklüklerinin her araştırma için değişmekte olduğunu göstermektedir. Bunun yanı sıra, I^2 değeri ($I^2=90,32, p<0,05$) incelendiğinde meta analize dâhil edilen araştırmaların etki büyüklüklerinin yüksek düzeyde (Higgins & Thompson, 2002) heterojen dağılıma sahip olduğu görülmektedir. Dolayısıyla STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine yönelik etkiyi gösteren analiz sonuçları rastgele etkiler modeline göre değerlendirilmiştir.

Tablo 7

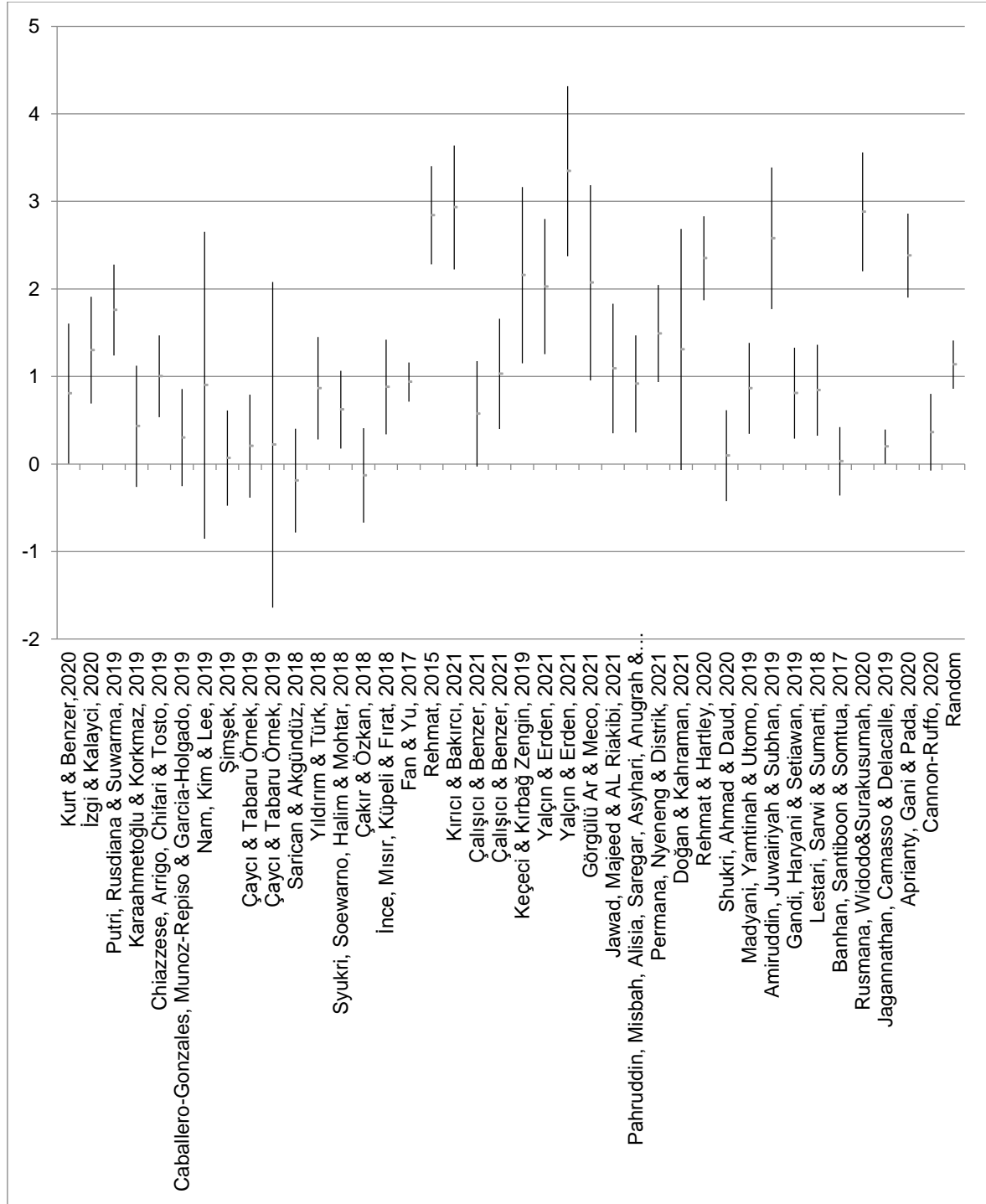
STEM Eğitiminin K-12 Öğrenim Düzeyindeki Öğrencilerin Üst Düzey Düşünme Becerilerine Etkisini İnceleyen Araştırmaların Genel Etki Büyüklüğünü Gösteren Tablo

Çalışma İsmi	Her Çalışma için İstatistiksel Bilgiler						
	Etki	Standard	Varya	Alt	Üst	Z	p
	Büyüklüğü	Hata	ns	Limit	Limit	Değeri	Değeri
Kurt & Benzer,2020	0.805	0.408	0.166	0.006	1.605	1.975	0.048
İzgi & Kalayci, 2020	1.300	0.311	0.097	0.690	1.910	4.177	0.000
Putri, Rusdiana & Suwama, 2019	1.760	0.265	0.070	1.241	2.279	6.652	0.000
Karaahmetoğlu & Korkmaz, 2019	0.431	0.354	0.125	-0.262	1.124	1.219	0.223
Chiazese, Arrigo, Chifari & Tosto, 2019	1.002	0.239	0.057	0.534	1.470	4.201	0.000
Caballero-Gonzales, Munoz- Repiso & Garcia-Holgado, 2019	0.302	0.283	0.080	-0.252	0.856	1.068	0.286
Nam, Kim & Lee, 2019	0.900	0.894	0.800	-0.853	2.653	1.006	0.314
Şimşek, 2019	0.068	0.277	0.077	-0.476	0.612	0.244	0.807
Çaycı & Tabaru Örnek, 2019	0.205	0.300	0.090	-0.383	0.793	0.683	0.494
Çaycı & Tabaru Örnek, 2019	0.220	0.949	0.900	-1.639	2.079	0.232	0.817
Sarican & Akgündüz, 2018	-0.189	0.302	0.091	-0.781	0.404	-0.624	0.532
Yıldırım & Türk, 2018	0.865	0.298	0.089	0.280	1.450	2.899	0.004
Syukri, Soewarno, Halim & Mohtar, 2018	0.621	0.226	0.051	0.177	1.064	2.744	0.006
Çakır & Ozan, 2018	-0.131	0.275	0.076	-0.670	0.408	-0.476	0.634
İnce, Mısır, Küpeli & Fırat, 2018	0.880	0.275	0.076	0.340	1.419	3.196	0.001
Fan & Yu, 2017	0.937	0.114	0.013	0.714	1.160	8.218	0.000
Rehmat, 2015	2.841	0.287	0.082	2.280	3.403	9.913	0.000
Kırıcı & Bakırcı, 2021	2.931	0.361	0.130	2.224	3.638	8.129	0.000

Çalışıcı & Benzer, 2021	0.573	0.308	0.095	-0.030	1.176	1.863	0.063
Çalışıcı & Benzer, 2021	1.030	0.321	0.103	0.401	1.659	3.209	0.001
Keçeci & Kırbağ Zengin, 2019	2.157	0.514	0.264	1.150	3.164	4.198	0.000
Yalçın & Erden, 2021	2.026	0.394	0.155	1.254	2.798	5.146	0.000
Yalçın & Erden, 2021	3.345	0.496	0.246	2.373	4.317	6.744	0.000
Görgülü Ar & Meco, 2021	2.071	0.569	0.324	0.955	3.186	3.638	0.000
Jawad, Majeed & AL Riakibi, 2021	1.091	0.378	0.143	0.350	1.832	2.885	0.004
Pahruddin, Misbah, Alisia, Saregar, Asyhari, Anugrah & Susilowati, 2021	0.915	0.283	0.080	0.361	1.469	3.235	0.001
Permana, Nyeneng & Distrik, 2021	1.490	0.283	0.080	0.936	2.044	5.268	0.000
Doğan & Kahraman, 2021	1.309	0.703	0.494	-0.069	2.687	1.862	0.063
Rehmat & Hartley, 2020	2.350	0.245	0.060	1.870	2.830	9.594	0.000
Shukri, Ahmad & Daud, 2020	0.095	0.265	0.070	-0.424	0.614	0.359	0.720
Madyani, Yamtinah & Utomo, 2019	0.865	0.265	0.070	0.346	1.384	3.269	0.001
Amiruddin, Juwairiyah & Subhan, 2019	2.578	0.412	0.170	1.770	3.386	6.253	0.000
Gandi, Haryani & Setiawan, 2019	0.808	0.265	0.070	0.289	1.327	3.054	0.002
Lestari, Sarwi & Sumarti, 2018	0.843	0.265	0.070	0.324	1.362	3.186	0.001
Banhan, Santiboon & Somtua, 2017	0.031	0.200	0.040	-0.361	0.423	0.155	0.877
Rusmana, Widodo&Surakusumah, 2020	2.880	0.346	0.120	2.201	3.559	8.314	0.000
Jagannathan, Camasso & Delacalle, 2019	0.198	0.100	0.010	0.002	0.394	1.980	0.048
Aprianty, Gani & Pada, 2020	2.380	0.245	0.060	1.900	2.860	9.716	0.000
Cannon-Ruffo, 2020	0.362	0.224	0.050	-0.076	0.800	1.619	0.105
Random	1.136	0.141	0.020	0.860	1.412	8.061	0.000

Şekil 9

STEM Eğitiminin K-12 Öğrenim Düzeyindeki Öğrencilerin Üst Düzey Düşünme Becerilerine Etkisini İnceleyen Araştırmaların Genel Etki Büyüklüğünü Gösteren Orman Grafiği



Rastgele etkiler modeline göre STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine yönelik genel etki büyüklüğü Cohen d'ye göre 1,136'dır (SH=0,141, CI=[0.860-1,412]). Bu değer STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerileri üzerinde yüksek etkiye (Cohen $d > 0,8$ ise yüksek etki) sahip olduğunu göstermektedir (Becker, 2020). Şekil 9'daki orman grafiği incelendiğinde sağ taraftaki yatay çizgilerin boyu çalışmaların güven aralığını temsil etmektedir. Güven aralığı çizgilerinin ortasındaki dikey çizgiler ise etki büyüklüğü değeridir. Buna göre STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine yönelik en küçük etki büyüklüğü Sarıcan ve Akgündüz (2018)'ün araştırmasındaki -0,189 (SH=0,302, CI=[(-0,781)-0,704]), en büyük etki büyüklüğü ise Yalçın ve Erden (2021) araştırmasındaki 3,345'tir (SH=,496, CI=[2,737-4,317]). Araştırmaya dâhil edilen diğer 37 etki büyüklüğü ise bu değerler arasında yer almaktadır.

Bu araştırma kapsamında STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisi meta-analiz ile tespit edilmeye çalışılmıştır. Öne sürülen ve test edilen birçok öğretim yöntemi (probleme dayalı, proje tabanlı, modelleme destekli, bilgisayar destekli, oyun temelli öğrenme vb.) bireylerin akademik başarılarını artırma ile ilgilenmiştir (Albar & Southcott, 2021; Eskrootchi & Oskrochi, 2010; Papanikolaou & Boubouka, 2010). Ancak bireylerin akademik başarısının yüksek olması için üst düzey düşünme becerilerinin de gelişmiş olması gerekmektedir. Aksi bir durum anlamlı öğrenmenin yerine ezbere dayalı öğrenmenin göstergesi olabilir. Dolayısıyla, öğretim yöntemlerinin öncelik olarak akademik başarıyı değil; bireylerin üst düzey düşünme becerilerini geliştirmesi dikkate alınması gerekmektedir. Literatür incelendiğinde, bazı öğretim yöntemleri aracılığıyla yaratıcı, eleştirel, problem çözme gibi çeşitli becerilerin gelişimini inceleyen çok sayıda araştırmaya rastlanmaktadır (Albar & Southcott, 2021; Eskrootchi & Oskrochi, 2010; Papanikolaou & Boubouka, 2010). STEM eğitimi ise bu öğretim yöntemlerini bir şemsiye altında toplayan ve tüm beceri türlerinin gelişimine katkı sağlayan bir öğretim yaklaşımı olarak öne sürülmüştür. STEM eğitiminin

bireylerin üst düzey düşünme becerilerine yönelik etkisini tespit etmek amacıyla yürütülen bu meta-analizde, Cohen d'ye göre genel etki büyüklüğü 1,136'dır. Bu değer, STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisinin çok yüksek olduğunu göstermektedir. 1996-2018 yıllarını kapsayan bu araştırmaya bazı açılardan benzer olan bir meta-analiz araştırmasında STEM eğitiminin öğrencilerin bilişsel ve duyuşsal becerilerine yüksek sayılabilecek bir etkisi ($d=0,798$) olduğu tespit edilmiştir ve STEM eğitiminin bireylerin üst düzey düşünme becerilerini geliştirmeye elverişli bir öğretim yaklaşımı olduğu da vurgulanmıştır (Zeng ve diğerleri, 2018). Yapılan diğer bir meta-analiz araştırmasında ise STEM eğitiminin öğrenme güçlüğü olan bireylerde üst düzey düşünme becerilerinin gelişimi için umut verici sonuçlar verdiği belirtilmiştir (Belland ve diğerleri, 2017). STEM eğitiminde, disiplinlerin bütünleşik olarak öğretilmesi öğrencilerin farklı kavramlar arasında ilişki kurmasına yol açmaktadır. Bu ilişkiler sayesinde öğrenciler mevcut problemleri bir bütün olarak görmekte ve bu problemlere yaratıcı ve uygulanabilir çözümler üretebilmektedir. Bu yüzden, öğrencilerin özellikle bilişsel olarak tamamen aktif olduğu STEM eğitimi öğrencilerin yaratıcı, eleştirel, bilgi işlemsel, problem çözme, yenilikçi düşünme gibi birçok üst düzey düşünme becerilerini geliştirmeye katkı sağlamaktadır. Hem bu ve hem de benzer meta-analiz araştırmalarının sonucu da bu düşünceyi belirli açılardan desteklemektedir. Bu ve Zeng, Yao, Gu ve Przybylski (2018)'nin meta-analiz araştırmasının sonuçları bu meta-analizin dâhil etme kriterleri ve yayın yılı aralığı nedeniyle etki büyüklüğü değeri bakımından farklılık gösterse de STEM eğitiminin öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerinin gelişimine yüksek etkisinin olduğunu ortaya koymaktadır. STEM eğitiminin üst düzey düşünme becerilerine etkisinin hangi değişkene göre nasıl değiştiğini tespit etmenin yol gösterici olacağı düşünülmüştür. Bu sebeple meta-analize dâhil edilen araştırmaların etki büyüklüğü dağılımındaki heterojenliğin kaynağını belirlemek amacıyla moderatör analizi yapılmıştır. Moderatör analizi için belirlenen değişkenler yaş grubu, disiplin, STEM eğitiminin uygulanma süresi ve ülkedir. Araştırmalarda ortak veri oluşturacak başka bilgiler bulunamadığından dolayı bu değişkenler belirlenmiştir.

Yaş değişkeni STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini nasıl etkiler? Bu araştırmanın kriterlerinden birisi meta-analize dâhil edilen araştırmalardaki örneklem grubunun 5-19 yaş aralığında olmasıdır. Bazı araştırmalarda bireyin yaşı yerine sınıf düzeyi paylaşılmıştır. Tüm ülkelerde aynı yaş grubundaki öğrenciler aynı sınıf derecesinde öğrenim görmemektedir. Bu sebeple, analizlerde verilerin ortak bir paydada değerlendirilmesi için araştırmaların yürütüldüğü ülkelerin eğitim sistemleri incelenmiş ve örneklem grubundaki bireylerin yaş bilgileri edinilmiştir. Bu bilgiler öncülüğünde yaş grupları genellikle tüm dünyada kabul gören 5-6 yaş grubu okul öncesi dönem, 7-11 yaş grubu ilkokul dönemi, 12-14 yaş grubu ortaokul dönemi ve 15-19 yaş grubu lise dönemi olarak ele alınmıştır. Daha sonra STEM eğitiminin her bir yaş grubu kategorisine göre üst düzey düşünme becerilerine yönelik etkisini tespit etmek için Analog ANOVA testi ile moderatör analizi yapılmıştır ve sonuçları Tablo 8'de sunulmuştur.

Tablo 8

Rastgele Etkiler Modeline Göre STEM Eğitiminin Yaş Grubuna Göre Üst Düzey Düşünme Becerilerine Yönelik Etkisini Gösteren Analog ANOVA Sonuçları

Kategori	Çalışma Sayısı	Etki Büyüklüğü	Standart Hata	%95 Güven Aralığı		<i>p</i>
				Alt Sınır	Üst Sınır	
Okul Öncesi	4	2.253	0.423	1.424	3.082	0.000
İlkokul	14	1.125	0.249	0.636	1.614	0.000
Ortaokul	15	1.002	0.266	0.480	1.524	0.000
Lise	6	0.938	0.230	0.487	1.390	0.000
Total	39	1.144	0.135	0.879	1.410	0.000

Bu analize göre, yaş moderatörünün STEM eğitiminin üst düzey düşünme becerilerine yönelik ortalama etkisi anlamlı ve yüksektir ($d_{\text{yaş-total}}=1.144$, $SH=0.135$, $CI=[0.879-1,410]$, $p<0.05$). Diğer bir ifadeyle, STEM eğitimi her yaş grubundaki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini geliştirmede yüksek bir etkiye sahiptir. Yaş

grupları arasında STEM eğitiminin üst düzey düşünme becerilerine yönelik etkisi karşılaştırıldığında en yüksek etkinin okul öncesi dönemi bireyleri üzerinde olduğu tespit edilmiştir ($d_{\text{okul öncesi}}=2,253$, $SH=0,423$, $CI=[1,424-3,082]$, $p<0,05$). STEM eğitiminin ilkökul, ortaokul ve lise düzeyindeki bireylerin üst düzey düşünme becerilerine yönelik etkisi ise sırasıyla 1.125 ($SH=0,249$, $CI=[0,636-1,614]$), 1.002 ($SH=0,266$, $CI=[0,480-1,524]$) ve 0.938'dir ($SH=0,230$, $CI=[0,487-1,390]$). Bu değerlerden hareketle, bu etkinin yaş ve sınıf düzeyi arttıkça azaldığı anlaşılmaktadır. Ancak etki büyüklüğü yaş ve okul düzeyi arttıkça azalsa da STEM eğitiminin üst düzey düşünme becerilerine yönelik yüksek etkinin devam ettiği dikkat çekmektedir. Erken yaş grubundaki çocukların öğrenmesi ile ilgili literatür incelendiğinde, en basit öğrenmenin dahi çocuğun beyninin farklı alanlarındaki geniş nöron ağlarını çalıştırdığı, özellikle etkinlik temelli (event-based) öğretim uygulamalarının çocuğun çeşitli bilgi alanları arasında bağlantı kurmasını sağladığı ve beyindeki sinir ağlarının zenginliğini olumlu yönde etkileyerek bilişsel ve duyuşsal gelişimini artırdığını belirtilmektedir (Catherwood, 1999; Laevers, 2005; Perry, 2010). Bu bilgiler bağlamında, STEM eğitimi farklı disiplinler arasındaki ilişkinin kurulmasını amaçlayan etkinlik temelli bir öğretim uygulaması olarak görülebilir. Dolayısıyla, bu meta-analiz araştırmasının sonucunda da olduğu gibi STEM eğitiminin erken yaş grubundaki öğrencilerin (okul öncesi dönem) üst düzey düşünme becerilerine etkisinin yüksek olması beklenir bir sonuç olarak değerlendirilebilir. Bunun yanı sıra, bu meta-analize dâhil edilen okul öncesi dönemdeki öğrencilerle yürütülen toplam araştırma sayısının az olması da bu durumu etkilemiş olabilir. Yine de diğer yaş gruplarındaki örneklem sayıları göz önünde bulundurulduğunda, STEM eğitiminin her yaş grubundaki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine pozitif yönde yüksek düzeyde etkilediği anlaşılmaktadır.

STEM eğitiminin uygulanma süresi STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini nasıl etkiler?. Araştırmaların deney grubunda STEM eğitiminin uygulanma süresinin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerileri üzerindeki etkisini değiştirebileceği

düşünülmüştür. Bu nedenle, tüm araştırmalardan STEM eğitiminin uygulama süresi hakkında bilgi edinmeye çalışılmıştır. Bazı araştırmalarda (Amiruddin ve diğerleri, 2019; Aprianty ve diğerleri, 2020; Gandhi ve diğerleri, 2019; Madyani ve diğerleri, 2019; Rusmana ve diğerleri, 2019) bu bilgi paylaşılmamıştır. Dolayısıyla bu araştırmalar analize dâhil edilmemiştir. Ayrıca analiz için STEM eğitiminin uygulanma süresi 1-10 ders saat, 11-20 ders saati ve 21 ve üstü ders saati olarak kategorilendirilmiştir. Daha sonra STEM eğitiminin uygulanma süresine göre K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisini tespit etmek için Analog ANOVA testi ile moderatör analizi yapılmıştır ve sonuçları Tablo 9'de sunulmuştur.

Tablo 9

Rastgele Etkiler Modeline Göre STEM Eğitiminin Uygulanma Süresine Göre K-12 Öğrenim Düzeyindeki Öğrencilerin Üst Düzey Düşünme Becerilerine Yönelik Etkisini Gösteren Analog ANOVA Sonuçları

Kategori	Çalışma Sayısı	Etki Büyüklüğü	Standart Hata	%95 Güven Aralığı		p
				Alt Sınır	Üst Sınır	
1-10 ders saati	8	0,910	0,293	0,334	1,485	0,002
11-20 ders saati	13	0,971	0,234	0,512	1,430	0,000
21 ve daha fazla ders saati	13	1,152	0,256	0,651	1,653	0,000
Total	34	1,144	0,135	0,879	1,410	0,000

Bu analize göre, STEM eğitiminin uygulama süresinin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine yönelik ortalama etkisi anlamlı ve yüksektir ($d_{\text{uygulama süresi-total}}=1,144$, $SH=0,135$, $CI=[0,879-1,410]$, $p<0,05$). Ayrıca uygulama süresine göre belirlenen ders saati kategorileri arasında STEM eğitiminin öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine yönelik en yüksek etkisi 21 ve daha fazla ders saatine aittir

($d=1,152$, $SH=0,256$, $CI=[0,651-1,653]$). Bu sonuç, STEM eğitiminin uygulanma süresinin uzunluğunun üst düzey düşünme becerilerini artırmada önemli bir değişken olduğunu göstermektedir. Öğrencilerin STEM etkinlikleri ile daha uzun süre uğraşması yeni bir öğretim uygulamasına alışmasına, zamanla uygulamaları ve süreci benimseyerek durumsal ilgi oluşturmaya ve dolayısıyla uzun vadeli içsel motivasyonun gelişmesine yol açabilir (Hidi & Harackiewicz, 2000; Locke & Latham, 2004). STEM eğitiminin uygulanma süresi azaldıkça bu etki de azalmaktadır. STEM eğitiminin uygulanma süresinin 11-20 ders saati ve 1-10 ders saatine göre üst düzey düşünme becerilerine yönelik etkisi sırasıyla 0,971 ($SH=0,234$, $CI=[0,512-1,430]$) ve 0,910'dur ($SH=0,293$, $CI=[0,334-1,485]$). Ancak STEM eğitiminin uygulama süresi azaldıkça bu etki azalsa da üst düzey düşünme becerilerine yönelik yüksek etkinin devam etmesi dikkat çekmektedir. Bu bulgulardan hareketle, STEM eğitimi uygulamalarının süresinin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerinin gelişiminde önemli bir etken olduğu söylenebilir.

Disiplin değişkeni STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini nasıl etkiler? Bu meta-analize dâhil edilen araştırmaların gruplandırılabilir değişkenlerinden birisi de deney grubunda STEM eğitiminin uygulandığı disiplindir. Bu sebeple, öncelikle her araştırmadan STEM eğitiminin hangi konuda/konularda uygulandığı bilgisi edinilmeye çalışılmıştır. Daha sonra, bu konular fizik, kimya, biyoloji, enformatik ve matematik disiplinlerine göre gruplandırılmıştır. Bazı araştırmalarda (Amiruddin ve diğerleri, 2019; Caballero-Gonzales ve diğerleri, 2019; Gandhi ve diğerleri, 2019; Keçeci & Kırbağ Zengin, 2019; Nam ve diğerleri, 2019; Şimşek, 2019; Yalçın & Erden, 2021) STEM eğitiminin uygulandığı konu veya disiplin direkt olarak belirtilmemiştir. Bunun yerine uygulanan STEM etkinliği isimleri paylaşılmıştır. Bu etkinlikler incelendiğinde, bunlar belirli bir disiplin alanında gruplandırılmadığı için "hepsi" başlığı altında bir disiplin kategorisi oluşturulmuştur. Dolayısıyla altı farklı disiplinin STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisini

belirlemek için Analog ANOVA testi ile moderatör analizi yapılmıştır ve sonuçlar Tablo 10'da sunulmuştur.

Tablo 10

Rastgele Etkiler Modeline Göre Disiplinlerin STEM Eğitiminin K-12 Öğretim Düzeyindeki Öğrencilerin Üst Düzey Düşünme Becerilerine Yönelik Etkisini Gösteren Analog ANOVA Sonuçları

Kategori	Çalışma Sayısı	Etki Büyüklüğü	Standart Hata	%95 Güven Aralığı		p
				Alt Sınır	Üst Sınır	
Enformatik	2	0,776	0,279	0,229	1,323	0,005
Matematik	2	0,453	0,610	-0,744	1,649	0,458
Fizik	15	0,903	0,182	0,546	1,259	0,000
Kimya	2	1,626	0,757	0,141	3,110	0,032
Biyoloji	10	1,354	0,352	0,664	2,043	0,000
Hepsi	8	1,499	0,414	0,688	2,310	0,000
Total	39	0,993	0,128	0,743	1,243	0,000

Bu analize göre, disiplinlerin STEM eğitiminin üst düzey düşünme becerilerine yönelik ortalama etkisi anlamlı ve yüksektir ($d_{\text{disiplin-total}}=0,993$, $SH=0,128$, $CI=[0,743-1,243]$, $p<0,05$). STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine yönelik en yüksek etkisi kimya disiplinindedir ($d=1,626$, $SH=0,757$, $CI=[0,141-3,110]$). STEM eğitiminin disiplinlere göre etki büyüklükleri enformatik disiplininde 0,776 ($SH=0,279$, $CI=[0,229-1,33]$), matematik disiplininde 0,453 ($SH=0,610$, $CI=[(-0,744)-1,649]$), fizik disiplininde 0,903 ($SH=0,182$, $CI=[0,546-1,259]$), biyoloji disiplininde 1,354 ($SH=0,352$, $CI=[0,664-2,043]$) ve hepsi kategorisindeki disiplininde 1,499 ($SH=0,414$, $CI=[0,688-2,310]$)'dur. Bu değerlere göre, fizik, kimya, biyoloji ve hepsi kategorisindeki disiplinlerde STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisi yüksek ve anlamlı, enformatik disiplininde ise orta ve anlamlıdır ($p<0,05$). Araştırmaların örneklem sayıları incelendiğinde, enformatik, matematik ve kimya disiplininde yürütülen iki araştırma olduğu görülmektedir. Bu durum meta-analiz

yapabilmek için bir sorun teşkil etmemektedir. Çünkü teorik olarak, meta-analiz yapabilmek için iki araştırmanın gerekli bulgusu yeterlidir (Borenstein ve diğerleri, 2010; Hedges & Vevea, 1998). Ancak disiplin moderatörü kapsamında STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisinin kimya alanında olması ve bu alanda bu disiplinde yürütülen araştırma sayısının az sayıda olması daha anlamlı sonuçlar elde etmede yetersiz olarak değerlendirilebilir. STEM eğitimi araştırmalarının disiplinlere göre eşit olmayan dağılımı literatürde de tartışma konusudur. Bu eşit olmayan temsilin bir örneği olarak, Vancouver'daki 2014 STEM konferansında sunulan 141 normal bildirinin %45'i fene, %12'si teknolojiye, %9'u mühendisliğe, %16'sı matematiğe ve ilginç bir şekilde geri kalan %18'i ise bu kategoride iki veya daha fazla STEM disiplinini ele alan birkaç makale ile "genel" olarak sınıflandırılmıştır (English, 2016). Bu durum, STEM eğitimi ve etkileri kapsamında derinlemesine bilgi edinebilmek için daha fazla çalışmaya ihtiyacın olduğunu göstermektedir.

Ülke değişkeni STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini nasıl etkiler? Bu meta-analize dâhil edilen araştırmaların gruplandırılabilir değişkenlerinden biri de araştırmaların yürütüldüğü ülkelerdir. Bu nedenle, her araştırmanın yürütüldüğü ülkeyi bulmak için tüm araştırmalar incelenmiştir. Sonuç olarak, bazı ülkelerde birden fazla, bazı ülkelerde ise sadece bir tane araştırmanın yürütüldüğü tespit edilmiştir. Sadece bir araştırmanın yürütüldüğü ülkeler Irak (Jawad ve diğerleri, 2021), İtalya (Chiazzese ve diğerleri, 2019), Malezya (Shukri ve diğerleri, 2020), Güney Kore (Nam ve diğerleri, 2019), İspanya (Caballero-Gonzales ve diğerleri, 2019), Tayvan (Fan & Yu, 2017) ve Tayland'dır (Banhan ve diğerleri, 2017). Birden fazla araştırmanın yürütüldüğü ülkeler ise Endonezya, Türkiye ve Amerika'dır. Bir ülkede sadece bir araştırmanın yürütülmesi meta-analiz için anlamlı bulgular sunmayabilir. Ancak yine de bu ülkelerde yürütülen araştırmalar meta-analiz dâhil edilmiş ve her araştırmanın etki büyüklüğü paylaşılmıştır. Ülkelere göre STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki

öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisini belirlemek için Analog ANOVA testi ile moderatör analizi yapılmıştır ve sonuçlar Tablo 11’de sunulmuştur.

Tablo 11

Rastgele Etkiler Modeline Göre Ülkelerin STEM Eğitiminin K-12 Öğrenim Düzeyindeki Öğrencilerin Üst Düzey Düşünme Becerilerine Yönelik Etkisini Gösteren Analog ANOVA Sonuçları

Kategori	Çalışma Sayısı	Etki Büyüklüğü	Standart Hata	%95 Güven Aralığı		p
				Alt Sınır	Üst Sınır	
Irak	1	1,091	0,378	0,350	1,832	0,004
İtalya	1	1,002	0,239	0,534	1,470	0,000
Malezya	1	0,095	0,265	-0,424	0,614	0,720
Güney Kore	1	0,900	0,894	-0,853	2,653	0,314
İspanya	1	0,302	0,283	-0,252	0,856	0,286
Tayvan	1	0,937	0,114	0,714	1,160	0,000
Tayland	1	0,031	0,200	-0,361	0,423	0,877
Endonezya	10	1,486	0,249	0,999	1,976	0,000
Türkiye	18	1,075	0,228	0,627	1,523	0,000
Amerika	4	1,423	0,652	0,145	2,700	0,029
Total	39	0,792	0,072	0,651	0,934	0,000

Analog ANOVA analizi sonucunda, ülkelere göre STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine yönelik ortalama etkisi anlamlı ve orta büyüklüktedir ($d_{\text{total-ülke}}=0,792$, $SH=0,072$, $CI=[0,651-0,934]$, $p<0,05$). Ayrıca 10 ülke arasından STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine yönelik en yüksek etkisi Endonezya’da yürütülen araştırmalara aittir ($d=1,486$, $SH=0,249$, $CI=[0,350-1,976]$). STEM eğitiminin ülkelere göre etki büyüklükleri Irak’ta 1,091 ($SH=0,378$, $CI=[0,860-1,832]$), İtalya’da 1,002 ($SH=0,239$, $CI=[0,534-1,470]$), Malezya’da 0,095 ($SH=0,265$, $CI=[(-0,424)-0,614]$), Güney Kore’de 0,900 ($SH=0,894$, $CI=[(-0,853)-2,653]$), İspanya’da 0,302 ($SH=0,283$, $CI=[(-0,252)-0,856]$) ,

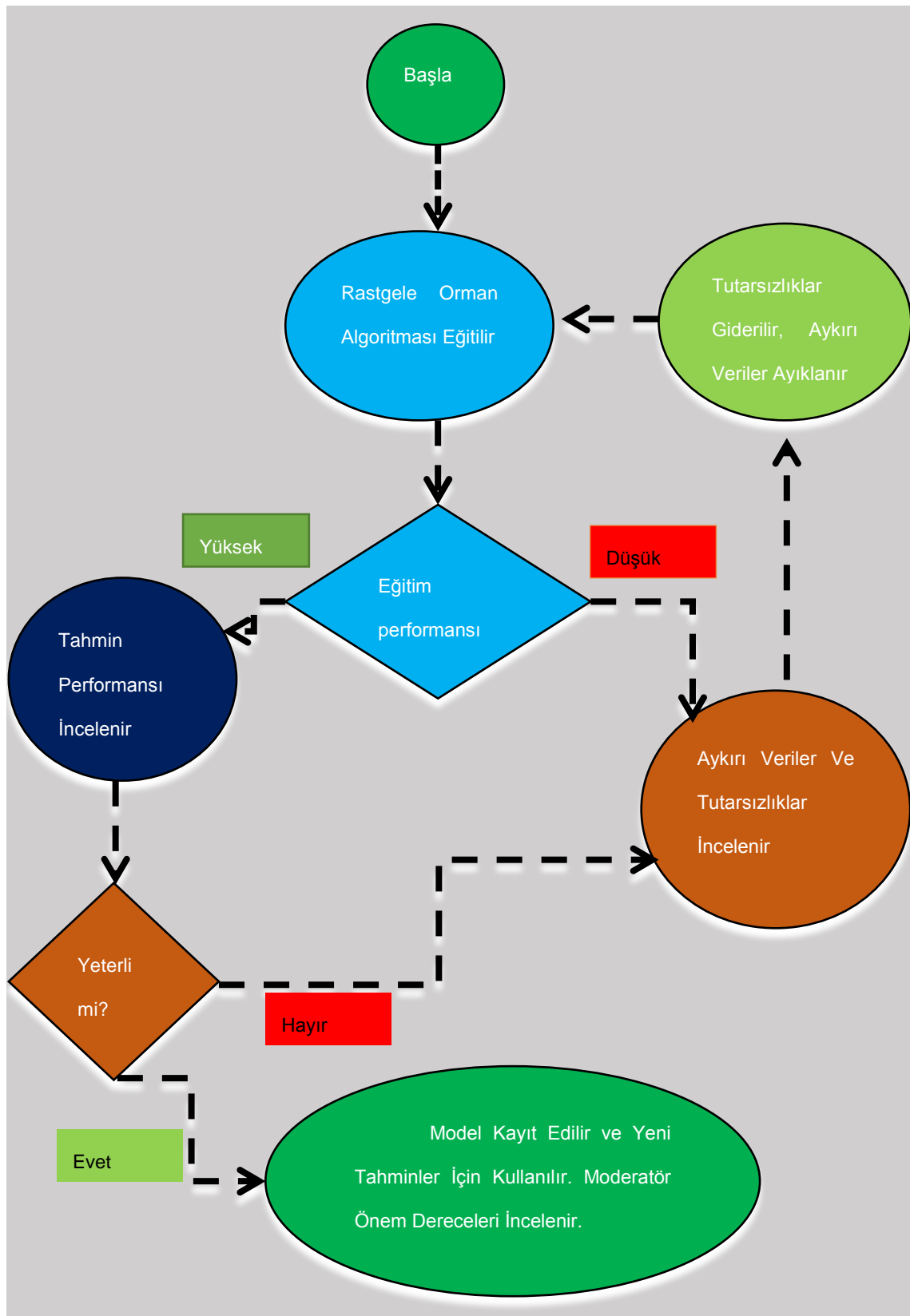
Tayvan'da 0,937 (SH=0,114, CI=[0,714-1,160]), Taylan'da 0,031 (SH=0,200, CI=[(-0,361)-0,423]), Türkiye'de 1,075 (SH=0,228, CI=[0,627-1,523]) ve Amerika'da 1,423 (SH=0,652, CI=[0,145-2,700])'tür. Bu değerlere göre, STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisi Irak, İtalya, Güney Kore, Tayvan, Türkiye ve Amerika'da yüksek, İspanya'da düşük, Malezya ve Tayland'da çok düşüktür. Daha anlamlı değerler elde etmek ve STEM eğitiminin etkililiğine bütüncül olarak bakabilmek için daha çok çalışmanın yapılması gerekmektedir.

Yaş, STEM Eğitiminin Uygulanma Süresi, Disiplin Ve Ülke Değişkenleri STEM Eğitiminin K-12 Öğrenim Düzeyindeki Öğrencilerin Üst Düzey Düşünme Becerilerindeki Değişimi Ne Düzeyde Yordamaktadır?

Sosyal bilimler alanında yürütülen meta-analiz araştırmalarında değişkenlerin etkisini açıklamak için kullanılan moderatör analizi (analog ANOVA) heterojenliğin nedenini yeterince temsil etmemektedir (Van Lissa, 2017). Meta-analiz araştırmalarında bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkinin yönü ve gücü lineer regresyon ile belirlenebilir. Ancak bütün bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki önem düzeyini bir paydada belirlemek bağımsız değişken üzerindeki etkiyi daha iyi açıklayacaktır. Rastgele orman algoritması bu amaçla yapılan analizler için kullanılan bir regresyon analizidir. Bu araştırmada da yaş, STEM eğitiminin uygulanma süresi, disiplin ve ülke değişkenlerinin STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisinin çoklu meta-regresyon analizi için rastgele orman algoritması kullanılmıştır.

Şekil 10

Rastgele Orman Algoritması Uygulama Akışı



Bu araştırmaya dâhil edilen 39 veriye Şekil 10'daki akış uygulanmıştır. Öncelikle rastgele orman algoritması eğitilmiş ve karar ağaçlarından oluşan rastgele ormanlar oluşturulmuştur. Algoritmanın öğrenme doğruluğu ile eğitimi için kullanılan veri setinin tutarlılığı doğru orantılıdır. Öğrenme doğruluğunun düşük çıkması moderatörlerin önem derecelerinin hesaplanmasını ve elde bulunmayan veri setinin tahmin edilme doğruluğunu etkilemektedir. Şekil 10'daki ilk döngüde 39 veri ile rastgele orman algoritması çalıştırılmış ve eğitim hatası %41.55 (%MAE-Ortalama Mutlak Hata) ıkmıştır. Diğer bir ifadeyle, eğitim performansı %58.45'tir. Ayrıca ilk döngüde eğitilen rastgele orman modelinin %197,76 (%MAE) sapma ile tahmin yaptığı görülmüştür. Performans değerlerinin beklenen değerlerin (~%80) altında kalması sebebiyle veriler yeniden incelenmiş ve veri setindeki benzer çalışmaların birbirinden çok farklı etki büyüklüğüne sahip olduğu belirlenmiştir. Bu durumu gösteren örnek veriler Tablo 12'de paylaşılmıştır.

Tablo 12

STEM Eğitiminin K-12 Öğrenim Düzeyindeki Öğrencilerin Üst Düzey Düşünme Becerilerine Etkisini İnceleyen Araştırmaların Verilerinde Örnek Bir Tutarsızlık

Disiplin	Uygulama Süresi	Ülke	Yaş	Etki Büyüklüğü
Fizik	11-20	Türkiye	12-14	1,30
Fizik	11-20	Türkiye	12-14	1,31
Fizik	11-20	Türkiye	12-14	-0,19

Tablo 12'de gösterilen çalışmalardan ikisi birbirine yakın etki büyüklüğüne sahip iken; üçüncü çalışmanın daha farklı bir etki büyüklüğüne sahip olduğu dikkat çekmiştir. Bu gibi tutarsızlıklar rastgele orman algoritmasının öğrenme performansına negatif etki etmektedir. Bu araştırmada sınırlı sayıda veri olması sebebiyle benzer araştırmaların ortalama etki büyüklükleri alınarak tutarsızlıklar giderilebilmiştir. Fakat büyük veri setlerinde benzer tutarsızlıkları gidermek mümkün olmayabilir. Dolayısıyla, analize dayalı araştırmalarda tutarsızlıkların minimum seviyede olması önem arz etmektedir. Tutarsızlıklar giderildikten sonra 39 araştırmaya ait veri içerisinden potansiyel aykırı veriler

(Brence & Brown, 2006) tespit edilmiştir. Analiz edilecek veri setinde seyrek bulunan bazı verilerin yüksek standart sapmaya sahip olması onların aykırı veri olarak işaretlenmesine sebep olmaktadır. Aykırı olarak görünen veriler faydalı bilgiler de içerebilmektedir (Aggarwal ve diğerleri, 2019). Fakat örneklem içerisinde sınırlı sayıda bulunmaları, veri madenciliği yöntemlerini zorlaştırmakta ve oluşturulan modelin güvenilirliğini azalmaktadır (Rahman & Sultana, 2017). Ancak aykırı veriler diğer verilerin tahmin edilmesine etki etmemektedir (Jaiswal & Samikannu, 2017). Fakat tahmin sapması %3000 çıkan aykırı bir veri, eğitilen rastgele ağaç modelinin tüm veriler için hesaplanan tahmin performans ortalamasını yaklaşık 75 puan aşağı çekmektedir. Bu bilgiler göz önünde bulundurularak, analiz verisinin iyileştirilmesi için Tablo 13'de bulunan aykırı veriler 39 araştırmanın bulunduğu veri setinden çıkarılmıştır.

Tablo 13

STEM Eğitiminin K-12 Öğretim Düzeyindeki Öğrencilerin Üst Düzey Düşünme Becerilerine Etkisini İnceleyen Araştırmalardaki Aykırı Veriler

Disiplin	Uygulama Süresi	Ülke	Yaş	Etki Büyüklüğü
Tümü	21+	Türkiye	12-14	0,07
Matematik	11-20	Türkiye	12-14	-0,13
Biyoloji	1-10	Malezya	12-14	0,10
Fizik	1-10	Tayland	15-19	0,03
Biyoloji	21+	Amerika	7-11	0,20

Gerçekleştirilen bu iyileştirmelerden sonra veri setine Şekil 10'daki akış tekrar uygulanmıştır. İkinci döngüde 34 veri ile rastgele orman algoritması çalıştırılmış ve eğitim hatası %14,3 (%MAE) bulunmuştur. Diğer bir ifadeyle, eğitim performansı %85,7 (%MAE) olarak hesaplanmıştır. Ayrıca rastgele orman algoritmasının ikinci döngüde %57,48 (%MAE) sapma ile tahmin yaptığı görülmüştür. Performans değerleri incelendiğinde daha fazla aykırı verinin çıkarılması durumu irdelenmiş, fakat veri setinde sınırlı sayıda araştırma olması ve modelin kapsama alanını daraltma riski sebebiyle alınan performans

değerleri tatmin edici seviyede görülmüştür. Bu düşüncelerden hareketle, algoritmadan çıkan ikinci model kaydedilmiştir. Eğitim sırasında rastgele orman algoritması moderatörlerin etki büyüklüğü üzerindeki önemlerini derecelendirebilmektedir (Breiman, 2001). Önem analizi, ilgili moderatörün veri setinden çıkarılmasıyla modelin tahmin doğruluğundaki sapmayı ele almaktadır. Moderatörlerin önem dereceleri modelin tahmin doğruluğundaki ortalama hata karesinin yüzdelik artışı (%IncMSE) şeklinde verilmektedir. %IncMSE'deki yüksek değerler ilgili moderatörün etki büyüklüğü üzerinde daha önemli bir etkiye sahip olduğu anlamına gelmektedir (Cutler ve diğerleri, 2007). Bu araştırmada kullanılan moderatörlerin önem dereceleri Tablo 14'te verilmiştir.

Tablo 14

STEM Eğitiminin K-12 Öğretim Düzeyindeki Öğrencilerin Üst Düzey Düşünme Becerilerine Etkisini İnceleyen Araştırmalarda Belirlenen Moderatörlerin Önem Dereceleri

Moderatörler	%IncMSE	%IncMSE
		3.0 3.5 4.0 4.5
Yaş	4,840578	
Disiplin	3,699173	
Uygulama Süresi (Saat)	3,080883	
Ülke	2,705900	
%IncMSE = Ortalama Hata Karesindeki yüzdelik artış		

Önem analizi sonucunda, STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine yönelik etkisini en çok yaş moderatörünün etkilediği ortaya çıkmıştır. Bu etki çoktan aza doğru, sırasıyla, disiplin, STEM eğitiminin uygulanma

süresi ve ülke şeklinde devam etmektedir. Buradan STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisini etkileyen en önemli faktörün yaş olduğu, ülkenin bu etkiye pek de etkisi olmadığı anlamı çıkarılmıştır. Ülke moderatörünün önem derecesinin düşük olması, STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisi anlamında ülkeler arasında kayda değer bir fark olmadığını göstermektedir. Buradan hareketle, yaş grupları arasında ise STEM eğitiminin üst düzey düşünme becerilerine etkisi anlamında belirgin farklılıklar olduğu sonucu doğmaktadır. Tablo 8’de gösterildiği gibi STEM eğitiminin üst düzey düşünme becerilerine etkisinin en yüksek olduğu yaş grubu okul öncesi dönemdeki 5-6 yaşlarındaki öğrencilerdir. Tablo 11’da gösterildiği gibi STEM eğitiminin üst düzey düşünme becerilerine etkisinin en düşük olduğu ülke ise Tayland’dır. Bu durum, yaş grupları arasındaki etki büyüklüğü değişiminin belirgin olduğunu ancak ülkeler arasındaki etki büyüklüğü değişiminin daha az belirgin olduğunu göstermektedir. Moderatörlerin önem düzeyleri ve etki büyüklükleri Tablo 15’de sırasıyla disiplin, uygulama süresi ve ülke şeklinde gösterilmiştir.

Tablo 15

STEM Eğitiminin K-12 Öğrenim Düzeyindeki Öğrencilerin Üst Düzey Düşünme Becerilerine Etkisine Yönelik Moderatörlerin Önem Düzeyi ve Etki Büyüklüklerinin Özet Şeklinde Gösterimi

Kategori	Önem Dereceleri (%IncMSE)	Çalışma Sayısı	Etki Büyüklüğü	Standart Hata	%95 Güven Aralığı		p
					Alt Sınır	Üst Sınır	
Yaş Grubu	4,840578						
<i>Okul Öncesi</i>		4	2,253	0,423	1,424	3,082	0,000
<i>İlkokul</i>		14	1,125	0,249	0,636	1,614	0,000

<i>Ortaokul</i>	15	1,002	0,266	0,480	1,524	0,000
<i>Lise</i>	6	0,938	0,230	0,487	1,390	0,000
Total	39	1,144	0,135	0,879	1,410	0,000
Disiplin	3,699173					
<i>Kimya</i>	2	1,626	0,757	0,141	3,110	0,032
<i>Hepsi</i>	8	1,499	0,414	0,688	2,310	0,000
<i>Biyoloji</i>	10	1,354	0,352	0,664	2,043	0,000
<i>Fizik</i>	15	0,903	0,182	0,546	1,259	0,000
<i>Enformatik</i>	2	0,776	0,279	0,229	1,323	0,005
<i>Matematik</i>	2	0,453	0,610	-0,744	1,649	0,458
Total	39	0,993	0,128	0,743	1,243	0,000
Uygulama	3,080883					
Süresi						
<i>21 ve daha fazla ders saati</i>	13	1,152	0,256	0,651	1,653	0,000
<i>11-20 ders saati</i>	13	0,971	0,234	0,512	1,430	0,000
<i>1-10 ders saati</i>	8	0,910	0,293	0,334	1,485	0,002
Total	34	1,144	0,135	0,879	1,410	0,000

Ülke		2,705900					
<i>Endonezya</i>	10	1,486	0,249	0,999	1,976	0,000	
<i>Amerika</i>	4	1,423	0,652	0,145	2,700	0,029	
<i>Türkiye</i>	18	1,075	0,228	0,627	1,523	0,000	
<i>İtalya</i>	1	1,002	0,239	0,534	1,470	0,000	
<i>Tayvan</i>	1	0,937	0,114	0,714	1,160	0,000	
<i>Güney Kore</i>	1	0,900	0,894	-0,853	2,653	0,314	
<i>İspanya</i>	1	0,302	0,283	-0,252	0,856	0,286	
<i>Malezya</i>	1	0,095	0,265	-0,424	0,614	0,720	
<i>Tayland</i>	1	0,031	0,200	-0,361	0,423	0,877	
Total	39	0,792	0,072	0,651	0,934	0,000	

Önem analizinden sonra, belirlenen moderatörler kapsamında henüz Türkiye’de yürütülmemiş çalışmaların olası etki büyüklüğüne dair tahmin analizi gerçekleştirilmiştir. Bu sebeple öncelikle sadece Türkiye için moderatörlerin kombinasyonu ile veri seti üretilmiştir. Şekil 10’daki akışın ikinci döngüsünde kaydedilen rastgele orman modeli ile Türkiye için tahminler yapılmıştır. Türkiye için üretilen veri seti ve tahmin yolu ile üretilen etki büyüklükleri Tablo 16’te paylaşılmıştır.

Tablo 16

STEM Eğitiminin K-12 Öğrenim Düzeyindeki Öğrencilerin Üst Düzey Düşünme Becerilerine Etkisini İnceleyecek Araştırmalar İçin Etki Büyüklüğü Tahmin Yolu İle Üretilen Veri Seti Tablosu (Türkiye) (MAE=0,5748)

Disiplin	Uygulama Süresi	Ülke	Yaş	Etki Büyüklüğü
----------	-----------------	------	-----	----------------

Hepsi	?	Türkiye	12-14	1,59
Hepsi	?	Türkiye	15-19	1,47
Hepsi	?	Türkiye	5-6	2,23
Hepsi	?	Türkiye	7-11	1,29
Hepsi	1-10	Türkiye	12-14	1,16
Hepsi	1-10	Türkiye	15-19	1,35
Hepsi	1-10	Türkiye	5-6	2,09
Hepsi	1-10	Türkiye	7-11	0,91
Hepsi	11-20	Türkiye	12-14	1,27
Hepsi	11-20	Türkiye	15-19	1,28
Hepsi	11-20	Türkiye	5-6	2,03
Hepsi	11-20	Türkiye	7-11	0,86
Hepsi	21+	Türkiye	12-14	1,43
Hepsi	21+	Türkiye	15-19	1,28
Hepsi	21+	Türkiye	5-6	2,40
Hepsi	21+	Türkiye	7-11	0,97
Biyoloji	?	Türkiye	12-14	2,12
Biyoloji	?	Türkiye	15-19	2,05
Biyoloji	?	Türkiye	5-6	2,36
Biyoloji	?	Türkiye	7-11	2,10
Biyoloji	1-10	Türkiye	12-14	1,27
Biyoloji	1-10	Türkiye	15-19	1,47
Biyoloji	1-10	Türkiye	5-6	2,06
Biyoloji	1-10	Türkiye	7-11	1,35
Biyoloji	11-20	Türkiye	12-14	1,78
Biyoloji	11-20	Türkiye	15-19	1,75
Biyoloji	11-20	Türkiye	5-6	2,17
Biyoloji	11-20	Türkiye	7-11	1,65
Biyoloji	21+	Türkiye	12-14	1,01
Biyoloji	21+	Türkiye	15-19	1,30

Biyoloji	21+	Türkiye	5-6	2,08
Biyoloji	21+	Türkiye	7-11	1,31
Kimya	?	Türkiye	12-14	1,60
Kimya	?	Türkiye	15-19	1,65
Kimya	?	Türkiye	5-6	2,07
Kimya	?	Türkiye	7-11	1,47
Kimya	1-10	Türkiye	12-14	1,11
Kimya	1-10	Türkiye	15-19	1,39
Kimya	1-10	Türkiye	5-6	1,83
Kimya	1-10	Türkiye	7-11	0,99
Kimya	11-20	Türkiye	12-14	1,47
Kimya	11-20	Türkiye	15-19	1,49
Kimya	11-20	Türkiye	5-6	1,94
Kimya	11-20	Türkiye	7-11	1,13
Kimya	21+	Türkiye	12-14	1,11
Kimya	21+	Türkiye	15-19	1,33
Kimya	21+	Türkiye	5-6	1,99
Kimya	21+	Türkiye	7-11	1,08
Enformatik	?	Türkiye	12-14	1,02
Enformatik	?	Türkiye	15-19	1,11
Enformatik	?	Türkiye	5-6	1,60
Enformatik	?	Türkiye	7-11	1,02
Enformatik	1-10	Türkiye	12-14	0,62
Enformatik	1-10	Türkiye	15-19	0,85
Enformatik	1-10	Türkiye	5-6	1,42
Enformatik	1-10	Türkiye	7-11	0,53
Enformatik	11-20	Türkiye	12-14	0,64
Enformatik	11-20	Türkiye	15-19	0,81
Enformatik	11-20	Türkiye	5-6	1,38
Enformatik	11-20	Türkiye	7-11	0,36

Enformatik	21+	Türkiye	12-14	0,55
Enformatik	21+	Türkiye	15-19	0,80
Enformatik	21+	Türkiye	5-6	1,61
Enformatik	21+	Türkiye	7-11	0,71
Matematik	?	Türkiye	12-14	1,46
Matematik	?	Türkiye	15-19	1,51
Matematik	?	Türkiye	5-6	1,86
Matematik	?	Türkiye	7-11	1,39
Matematik	1-10	Türkiye	12-14	0,98
Matematik	1-10	Türkiye	15-19	1,32
Matematik	1-10	Türkiye	5-6	1,73
Matematik	1-10	Türkiye	7-11	0,94
Matematik	11-20	Türkiye	12-14	1,16
Matematik	11-20	Türkiye	15-19	1,28
Matematik	11-20	Türkiye	5-6	1,73
Matematik	11-20	Türkiye	7-11	0,88
Matematik	21+	Türkiye	12-14	1,11
Matematik	21+	Türkiye	15-19	1,36
Matematik	21+	Türkiye	5-6	1,95
Matematik	21+	Türkiye	7-11	1,08
Fizik	?	Türkiye	12-14	1,22
Fizik	?	Türkiye	15-19	1,27
Fizik	?	Türkiye	5-6	1,83
Fizik	?	Türkiye	7-11	0,88
Fizik	1-10	Türkiye	12-14	1,04
Fizik	1-10	Türkiye	15-19	1,30
Fizik	1-10	Türkiye	5-6	1,74
Fizik	1-10	Türkiye	7-11	0,60
Fizik	11-20	Türkiye	12-14	0,81
Fizik	11-20	Türkiye	15-19	1,02

Fizik	11-20	Türkiye	5-6	1,61
Fizik	11-20	Türkiye	7-11	0,22
Fizik	21+	Türkiye	12-14	1,59
Fizik	21+	Türkiye	15-19	1,55
Fizik	21+	Türkiye	5-6	2,12
Fizik	21+	Türkiye	7-11	1,02

?:Uygulama süresi belirtilmeyen araştırmalar için kullanılmıştır.

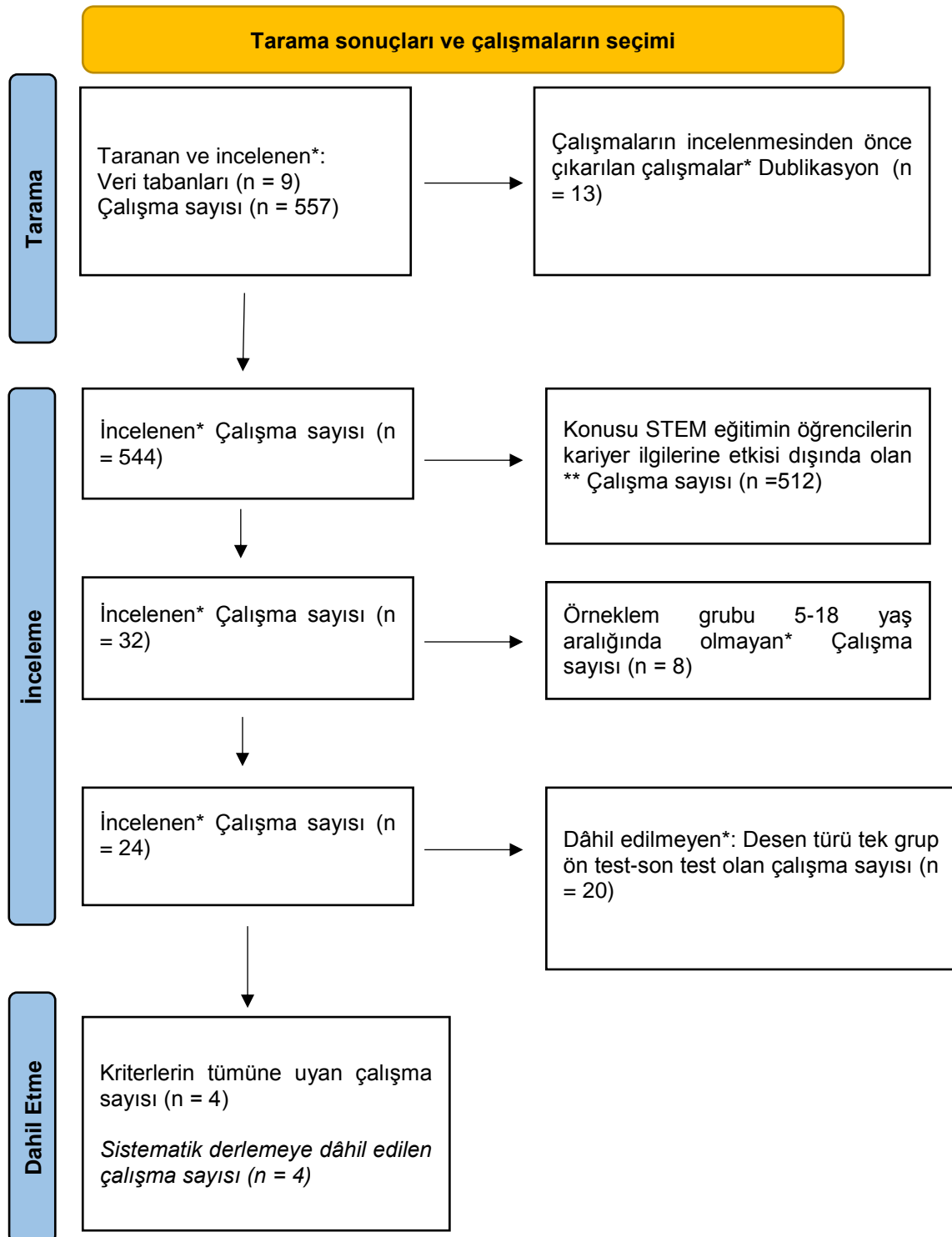
Bu tahminler henüz yapılmamış çalışmalar hakkında fikir sahibi olmak için kullanılabilir veya ileride yapılacak çalışmalara ışık tutabilir.

STEM Eğitiminin K-12 Öğrenim Düzeyindeki Öğrencilerin Kariyer İlgisine Etkisini İnceleyen Araştırmaların Genel Özellikleri

STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin kariyer ilgisine etkisini incelemek amacıyla Filtreleme 1 tablosundaki 557 araştırma bu araştırmanın ikincil kriterlerine göre titizlikle incelenmiştir. Bu inceleme esnasında, öncelikle listede aynı araştırmaların olup olmadığı kontrol edilmiştir. Bunun sonucunda, 13 araştırma dublikasyon sebebiyle kapsam dışı bırakılmıştır. Daha sonra, STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin kariyer ilgisine etkisini inceleyen araştırmalara odaklanılmış ve bu konu hakkında yürütülmeyen araştırmalar kapsam dışı bırakılmıştır. Bu aşamada STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin kariyer ilgisine etkisini inceleyen araştırma sayısı 24 olarak tespit edilmiştir. Desen türü, deney ve kontrol grubundaki aynı uygulamanın olup olmaması ve yeterli veri paylaşımı gibi etkenler de incelendiğinde, bu araştırmanın kriterlerine uygun şekilde yürütülen STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin kariyer ilgisine etkisini inceleyen araştırma sayısı 4 olarak bulunmuştur. Tüm süreci gösteren PRISMA akış şeması Şekil 11'de sunulmuştur.

Şekil 11

Prisma Akış Şeması



Bu derlemeye dâhil edilecek araştırmalar belirlenirken birincil ve ikincil kriterlerin çoğunu sağlayan ancak bazı kriter uyumsuzluğundan dolayı elenen araştırmalar olmuştur. Örneğin, bazı araştırmalar tek grup ön test-son test desen türüyle yürütüldüğü (Chen ve diğerleri, 2020; Knezek ve diğerleri, 2013; Smith & Tyler Wood, 2020; Mohd Shahali ve diğerleri, 2019; Vela ve diğerleri, 2018) için elenmiştir. Ayrıca, Amerika'da STEM sürecinin detaylı olarak bahsedilmeyen, STEM eğitiminin farklı uygulayıcılar tarafından birçok lise öğrencisine uygulanan ve ülke bazında standart testler aracılığıyla öğrencilerin STEM alanlarına yönelik kariyer ilgisinin araştırıldığı araştırmalar da kriterlere uygun olmadığı için derlemeye dâhil edilmemiştir (Castleman ve diğerleri, 2018; Young ve diğerleri, 2019). Bu derlemeye dâhil edilen araştırmalara dair bilgiler ise araştırmaların yazarları, yılı, örneklem yaşı ve yürütüldüğü ülke değişkenlerine göre Tablo 17'te gösterilmiştir.

Tablo 17

STEM Eğitiminin K-12 Öğrenim Düzeyindeki Öğrencilerin Kariyer İlgisine Etkisini Araştırmaların Yazar, Yıl, Örneklem Ve Ülke Bilgileri

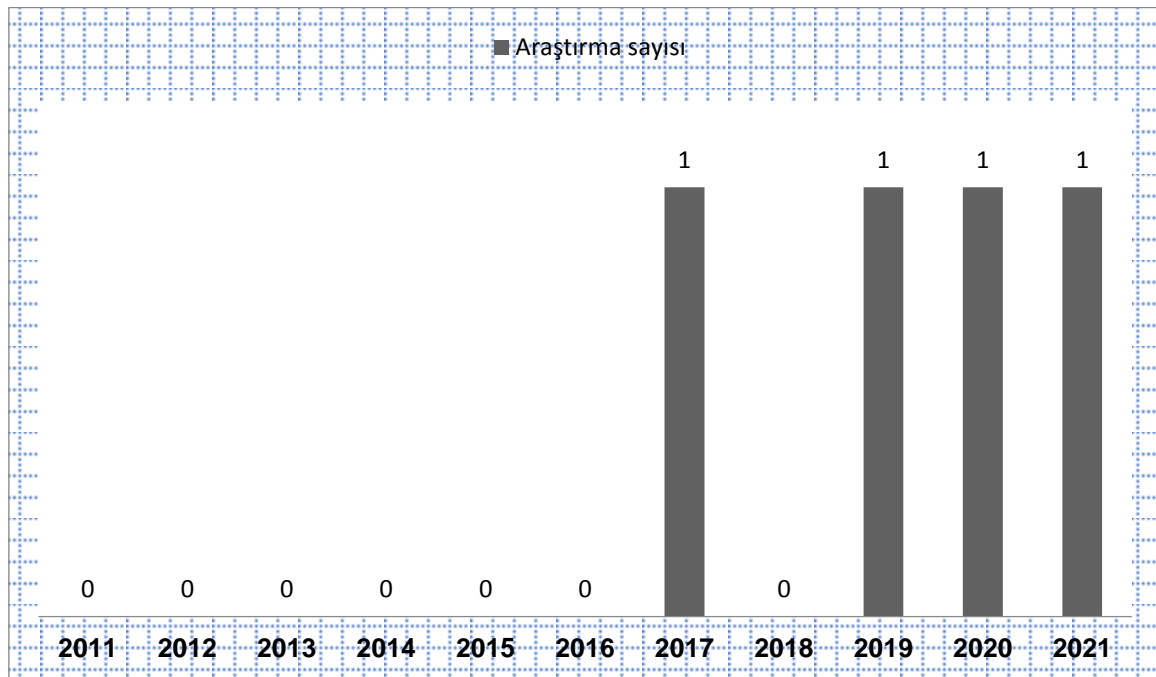
Sıra	Yazarlar	Yıl	Örneklem Yaşı	Ülke	Yayın Dili	Yayın Türü
1	Panayioyou & Eteokleous-Grigoriou	2017	13	Kuzey Kıbrıs	İngilizce	Makale
2	Tati, Firman, Riandi & Permanasari	2019	13	Endonezya	İngilizce	Makale
3	Kurt & Benzer	2020	12	Türkiye	İngilizce	Makale
4	Gündüz Bahadır & Özay Köse	2021	12	Türkiye	Türkçe	Makale

Tablo 17 incelendiğinde, STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin kariyer ilgisine etkisini inceleyen araştırma sayısının az olduğu dikkat çekmektedir. Bu sebeple, bu araştırmalara dair bazı bilgiler yüzdelerle dağılımının yanı sıra içerik olarak da sunulmuştur.

STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin kariyer ilgisine etkisini inceleyen dört araştırmanın yayınlanma yılları 2017-2021 yılları arasında dağılım göstermektedir. Araştırmaların %25'i 2017, %25'i 2019, %25'i 2020 ve %25'i 2021 yılında yayınlanmıştır.

Şekil 12

STEM Eğitiminin K-12 Öğrenim Düzeyindeki Öğrencilerin Kariyer İlgisine Etkisini Araştırmaların Yıllara Göre Dağılımı



Taramanın 2011-2021 yılları arasında yapıldığı düşünüldüğünde 2011-2016 yılları arasında STEM eğitiminin öğrencilerin kariyer ilgisine etkisini inceleyen çalışmaların olmadığı dikkat çekmektedir.

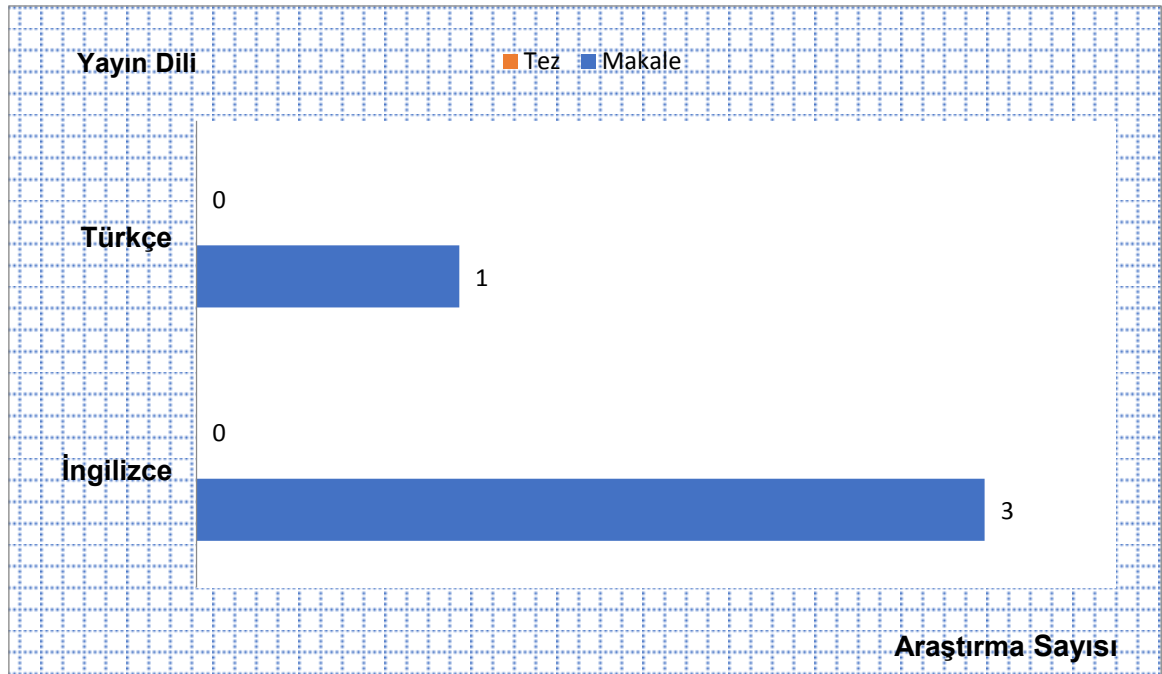
STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin kariyer ilgisine etkisini inceleyen dört araştırmanın hepsi 12-14 yaş grubundaki ortaokul öğrencileriyle yürütülmüştür. Bu araştırmanın ikincil kriterlerinden birisi araştırmaların örneklem grubunun 5-18 yaş grubu aralığında olmasıdır. Buna göre, okul öncesi, ilköğretim ve lise dönemindeki öğrencilerle yürütülmüş araştırma yoktur. STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin kariyer ilgisine etkisini inceleyen dört araştırmadan %25'i Kuzey

Kıbrıs'ta, %25'i Endonezya'da ve %50'si Türkiye'de yürütülmüştür. Bu araştırmanın kriterlerinde ülke değişkeni sınırlandırılmamasına rağmen sadece üç ülkede yürütülen STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin kariyer ilgisine etkisini inceleyen araştırmalara ulaşılmıştır.

STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin kariyer ilgisine etkisini inceleyen dört araştırmanın %75'inin İngilizce, %25'inin ise Türkçe olarak yayınlandığı tespit edilmiştir. Bu yayınların hepsi araştırma makalesidir. Sistemik derleme araştırmalarında dil faktörünün her zaman biasa sebep olduğu bilindiği için ulaşılabilecek en çok sayıdaki STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin kariyer ilgisine etkisini inceleyen araştırma için tarama kriterlerine Türkçe yayınlar da dâhil edilmiştir. Ancak kriterlere uygun sadece bir tane Türkçe dilinde yayınlanan araştırmaya ulaşılmıştır.

Şekil 13

STEM Eğitiminin K-12 Öğrenim Düzeyindeki Öğrencilerin Kariyer İlgisine Etkisini Araştırmaların Yayın Dili Ve Türüne Göre Dağılımı



Bu derleme kapsamında STEM öğrencilerin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin kariyer ilgisine etkisini inceleyen araştırmalara dair STEM eğitiminin uygulandığı öğretim

konusu, uygulanma süresi ve kontrol ile deney grubunda uygulanan öğretim yöntemi bilgileri Tablo 18'da gösterilmiştir.

Tablo 18

STEM Eğitiminin K-12 Öğrenim Düzeyindeki Öğrencilerin Kariyer İlgisine Etkisini Araştırmaların STEM Eğitiminin Uygulandığı Öğretim Konusu, Ders Saati Olarak Uygulanma Süresi Ve Kontrol İle Deney Grubunda Uygulanan Öğretim Yöntemi Bilgileri

Sıra	Yazarlar	Konu	Öğretim Yaklaşımları		Uygulama
			Kontrol Grubu	Deney Grubu	Süresi (Ders Saati)
1	Panayioyou & Eteokleous-Grigoriou, 2017	Işık	Yapılandırıcı Yaklaşım	Robotik Uygulama Destekli STEM	10
2	Tati, Firman, Riandi & Permanasari, 2019	Enerji	Yapılandırıcı Yaklaşım	Proje Tabanlı STEM Uygulamaları	4
3	Kurt & Benzer, 2020	Elektrik	Yapılandırıcı Yaklaşım	STEM	32
4	Gündüz Bahadır & Özay Köse, 2021	Kuvvet ve Hareket- Maddenin Tanecikli Yapısı- Vücudumuzdaki Sistemler	Yapılandırıcı Yaklaşım	STEM	1 Dönem Boyunca

Derlemeye dâhil edilen araştırmalarda konu dağılımı genellikle fizik disiplini kapsamında olduğu tespit edilmiştir. Sadece Gündüz, Bahadır ve Özay Köse (2021)'nin araştırmasında STEM eğitimi fizik konuları dışında kimya ve biyoloji konularında da uygulanmıştır. Bu durum, STEM eğitiminin ders saati olarak uygulama süresi ile

karşılaştırıldığında daha anlaşılır hale gelmektedir. Çünkü Gündüz, Bahadır ve Özay Köse (2021) araştırmalarını bir dönem boyunca sürdürmüş ve STEM eğitimi uygulamalarına o dönemdeki tüm konuları dâhil etmiştir. Derlemeye dâhil edilen diğer araştırmaların STEM eğitimini uygulama süresi ise 4-32 ders saati arasında değişmektedir. Bazı araştırmaların (Panayioyou & Eteokleous-Grigoriou, 2017; Tati ve diğerleri, 2019) deney grubundaki STEM eğitimi robotik ve proje tabanlı öğretimle desteklenmiştir. Tüm araştırmaların kontrol grubunda ise yapılandırmacı yaklaşım esaslı mevcut öğretim programına göre öğretim yürütülmüştür.

Araştırmaların ikisinde öğrencilerin STEM alanlarına yönelik kariyer ilgisi STEM'e yönelik tutum ölçeğinin alt boyutu aracılığıyla belirlenirken, diğer iki araştırmada STEM kariyer ilgisini belirlemek için geliştirilmiş ölçeklerden yararlanılmıştır. Tüm araştırmaların istatistiki verileri incelendiğinde ortak değer p anlamlılık düzeyi değeri olduğu tespit edilmiştir. Bu sebeple STEM eğitiminin öğrencilerin STEM alanlarına yönelik kariyer ilgisine etkisini istatistiki olarak belirlemede p anlamlılık değeri kullanılmıştır. Tablo 19'de bu bilgiler paylaşılmıştır.

Tablo 19

STEM Eğitiminin K-12 Öğrenim Düzeyindeki Öğrencilerin Kariyer İlgisine Etkisini Araştırmaların İstatistiksel Bilgileri

Yazarlar	Yıl	z/t	p
Panayioyou & Eteokleous-Grigoriou	2017	Paylaşılmamış	0,05<
Tati, Firman, Riandi &Permanasari	2019	t =4,179	0,05>
Kurt & Benzer	2020	t = -2,453	0,05>
Gündüz Bahadır & Özay Köse	2021	z = -5,293	0,05>

p<0,05

STEM eğitiminin öğrencilerin STEM alanlarına yönelik kariyer ilgisine etkisi %75 oranında anlamlıdır. Kurt ve Benzer (2020)'in araştırmasında öğrencilerin STEM

alanlarına yönelik kariyer ilgisi fen, teknoloji, mühendislik ve matematik ile ilgili meslekler olarak ayrı ayrı incelenmiş ve STEM eğitiminin öğrencilerin STEM alanlarına yönelik mesleklerden fen, matematik ve teknoloji ile ilgili mesleklere yönelik kariyer ilgisi oluştuğu tespit edilmiştir. Diğer bir ifadeyle, STEM eğitimi öğrencilerde mühendislik mesleğine yönelik kariyer ilgisi etkisi oluşturmamıştır. Tüm veriler içerisinde sadece Panayioyou ve Eteokleous-Grigoriou (2017)'nin araştırmasında anlamlı bir etki bulunmamıştır. Araştırmaların bazısında yeterli veri paylaşılmaması ve toplam araştırma sayısının az olması sebebiyle ortalama etki büyüklüğü hesaplanamamıştır. Bu nedenle STEM eğitiminin öğrencilerin STEM alanlarına yönelik kariyer etkisinin hangi düzeyde olduğu yorumlanamamıştır.

Bölüm 5

Sonuç ve Öneriler

Bu araştırmanın problemlerine yönelik sonuç ve öneriler başlıklar halinde sunulmuştur.

STEM Eğitiminin K-12 Öğrenim Düzeyindeki Öğrencilerin Üst Düzey Düşünme Becerilerine Etkisini İnceleyen Araştırmalara Yönelik Sonuçlar ve Öneriler

Belirlenen veri tabanlarındaki tarama sonrası dâhil etme ve hariç tutma kriterlerine göre STEM eğitimin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisini inceleyen toplam 36 araştırmaya ulaşılmıştır. Süreç içerisinde ulaşılan sonuçlar ve öneriler başlıklar halinde sunulmuştur. Buna göre,

1. Bu araştırma kapsamındaki kriterlere uygun şekilde yürütülmüş STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisini inceleyen ilk araştırmanın 2015 yılında yayınlandığı sonucuna ulaşılmıştır. 2015 yılından sonra bu araştırmaların sayısının giderek arttığı, bu sayının en çok 2019 yılında olduğu, 2020 ve 2021 yıllarındaki araştırma sayısının 2019 yılındaki araştırma sayısına göre düşüş gösterdiği ortaya çıkmıştır. STEM eğitiminin bireylerin üst düzey düşünme becerilerini geliştirme ve STEM alanlarına yönelik kariyer ilgisi oluşturma amacı ile yaklaşık son 10 yıldır vurgulanan ve önerilen bir öğretim yaklaşımı olduğu göz önünde bulundurularak bu amaca yönelik yürütülen ilk araştırmanın 2015 yılında yayınlanmasının dikkat çekici olduğu düşünülmektedir.

2. Bu araştırma kapsamındaki kriterlere uygun şekilde yürütülmüş STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisini inceleyen araştırmaların sıklıkla ilkökul düzeyinde 8-11 yaş aralığındaki öğrenciler ile gerçekleştirildiği, bu sıklık sırasını daha sonra ortaokul, lise ve son olarak okul öncesi dönemdeki öğrencilerin takip ettiği ortaya çıkarılmıştır. Bu noktadan hareketle, derlemeye dâhil edilen araştırma sayısının (36) sınırlı olduğu düşünülerek STEM eğitiminin K-12

öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisi hakkında daha detaylı bilgi edinmek için okul öncesi dönemdeki öğrenciler öncelik olacak şekilde her yaş grubundaki öğrenciler ile çeşitli araştırmaların yürütülmesi önerilmektedir.

3. Bu araştırma kapsamındaki kriterlere uygun şekilde yürütülmüş STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisini inceleyen araştırmaların sıklıkla Türkiye’de yürütüldüğü, bu sıklık sırasını daha sonra Endonezya ve Amerika’nın takip ettiği ortaya çıkarılmıştır. Ayrıca Irak, Malezya, İtalya, İspanya, Güney Kore, Tayvan ve Tayland’da yürütülen çalışma sayısının bir olduğu belirlenmiştir. Bu araştırmanın dâhil etme kriterlerinden birisinin yayın dilinin Türkçe veya İngilizce olması göz önünde bulundurularak Irak, Malezya, İtalya, İspanya, Güney Kore, Tayvan ve Tayland’ın anadilinde yayınlanmış araştırmalara ulaşamadığı düşünülmüştür. Ancak dünyada İngilizce ’nin ortak bilimsel bir dil olarak kabul görmesi düşünülerek bu ülkelerde STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisini inceleyen sadece bir araştırmanın İngilizce dilinde yayınlanması dikkat çekmektedir. Ayrıca, Birleşmiş Milletler ’in 2022 kayıtlarında dünyada 208 ülke olduğu düşünüldüğünde bu derlemeye dâhil edilen İngilizce dilinde yayınlanan ve güçlü deneysel desen türü ile STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisini inceleyen araştırmaların yürütüldüğü toplam ülke sayısının 10 olması da dikkat çekmektedir. Bu konu hakkında daha detaylı bilgi edinmek için henüz hiç İngilizce yayınlanan araştırması olmayan ya da çok az olan ülkeler öncelik olacak şekilde her ülkede çeşitli araştırmaların yürütülmesi önerilmektedir.

4. Bu araştırma kapsamındaki kriterlere uygun şekilde yürütülmüş STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisini inceleyen araştırmaların sıklıkla araştırma makalesi şeklinde yayınlandığı sonucuna ulaşılmıştır. Birçok ülkede doktora tezi sürecinde hazırlanan tezlerin daha nitelikli olması amacıyla alanda uzman kişilerden oluşan komisyonlar oluşturulmaktadır. Bu durum göz önünde bulundurularak STEM eğitimi hakkında daha fazla bilgi edinebilmek için alan uzmanlarının

süzgecinden geçerek gerekli yönlendirmelerin yapıldığı tez çalışmalarının yürütülmesi önerilmektedir.

5. Bu araştırma kapsamındaki kriterlere uygun şekilde yürütülmüş STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisini inceleyen araştırmaların sıklıkla yaratıcı düşünme becerisi ve problem çözme becerisini ölçmeye yönelik olduğu, bu sıklık sırasını daha sonra bilimsel süreç becerisi, eleştirel düşünme becerisi, yenilikçi düşünme becerisi, problem çözmeye yönelik yansıtıcı düşünme becerisi, mühendislik becerisi ve neden sonuç ilişkisi kurma becerisinin takip ettiği tespit edilmiştir. Bu verilerden hareketle, bu derlemeye dâhil edilen araştırmaların sıklıkla yaratıcı ve problem çözme becerisini değerlendirmeleri dikkat çekicidir. Çünkü STEM eğitiminin geliştirmeyi hedeflediği üst düzey düşünme becerileri sadece eleştirel ve problem çözme becerileri ile sınırlı değildir. Bu noktadan hareketle, son yıllarda sıklıkla vurgulanan 21. yüzyıl becerileri kapsamında STEM eğitiminin öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini iletişim ve iş birliği, esneklik ve uyum, girişimcilik, üretkenlik ve sorumluluk ile bilgi, medya ve bilgi-iletişim teknolojileri okuryazarlığı becerilerini ölçmeye yönelik araştırmaların yürütülmesi önerilmektedir.

6. Bu araştırma kapsamındaki kriterlere uygun şekilde yürütülmüş STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisini inceleyen araştırmaların sıklıkla fen bilimleri kapsamında yürütüldüğü, bu sıklık sırasını daha sonra "hepsi" olarak kodlanan tüm disiplinleri içeren bütünlük konuların, matematik ve enformatik disiplinin takip ettiği tespit edilmiştir. Fen bilimleri disiplininde yürütülen araştırmaların da sıklıkla fizik konularında yürütüldüğü, bu sıklık sırasını daha sonra kimya ve biyolojinin takip ettiği belirlenmiştir. Bu sonuç, STEM eğitiminin daha çok fen bilimleri öğretmenleri tarafından benimsendiğini göstermektedir. Bu ise gelecekteki insan gücünü ve küresel rekabeti etkilemede önemli bir unsur olarak görülen STEM eğitiminin bütünlük yapısındaki teknoloji, matematik ve mühendislik disiplinleri düşünülerek fen bilimleri öğretmenleri kadar bilgisayar ve teknoloji öğretmenleri ile matematik öğretmenlerinin ya

da bu alanlardaki araştırmacıların da benimsenmesi gerektiğini işaret etmektedir. STEM eğitimi hakkında daha fazla bilgi edinebilmek için özellikle bilgisayar ve teknoloji ile matematik eğitimi alanında araştırmaların yürütülmesi önerilmektedir.

7. Bu araştırma kapsamındaki kriterlere uygun şekilde yürütölmüş STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisini inceleyen araştırmaların sıklıkla 21 ve daha fazla ders saati süresinde yürütölmekte, bu sıklık sırasını daha sonra 11-20 ders saati ve 1-10 ders saati uygulama süresi takip etmektedir. Bu derlemeye dâhil edilen araştırmaların %19,4'ünün ise STEM eğitiminin uygulama süresi belirtilmemiştir. Bu bilgiler doğrultusunda, araştırmacıların STEM eğitiminin öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisini tespit etmek amacıyla 21 ve daha fazla saat uygulama yapmayı uygun gördükleri sonucuna ulaşılmıştır. Uygulama süresini paylaşmayan araştırmalar göz önünde bulundurularak STEM eğitimi hakkında daha fazla bilgi edinebilmek için ilerleyen zamanlarda yürütölecek araştırmalarda bu bilginin paylaşılması önerilmektedir.

8. Bu araştırma kapsamındaki kriterlere uygun şekilde yürütölmüş STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisini deney ve kontrol grubu temelinde inceleyen araştırmaların kontrol gruplarında sıklıkla araştırmanın yürütöldüğü eğitim sisteminin ön gördüğü yapılandırıcı yaklaşıma dayalı öğretim programının uygulanmakta, bu sıklığı daha sonra öğretmen merkezli, sorgulamaya dayalı, teknoloji temelli, probleme dayalı, proje tabanlı, buluş yolu temelli ve çalışma yaprağı ile öğretim yaklaşımları takip etmektedir. Bu verilerden hareketle, günümüzde öğretmen merkezli yaklaşımların hala uygulanmakta olduğu sonucu çıkarılmıştır. Son yıllarda etkililiği test edilen öğretim yönteminin öğretmen merkezli yaklaşımlar yürütölmeye istenen bir araştırma türü değildir. Bilgiye ulaşma yollarının farklılaşmasıyla birlikte insanların öğrenme süreci ve stili değişmiştir. Dolayısıyla insanoğlunun bilgi ulaşma kaynağı artmıştır. Bu bilgilerden hareketle, STEM eğitimi hakkında daha fazla bilgi edinebilmek için öğretmenin tek bilgi kaynağı olarak göröldüğü öğretmen merkezli yaklaşım ile 21. yüzyılda

geliştirilen STEM eğitiminin karşılaştırılması yerine çeşitli öğrenci merkezli yaklaşımlar ile STEM eğitiminin karşılaştırıldığı araştırmaların yürütülmesi önerilmektedir. Ancak burada üzerinde durulması gereken önem hususunun öğrenciyi gerçekten fiziksel ve özellikle de bilişsel olarak aktive edecek “*öğrenci merkezli yaklaşımların*” kullanılması önerisidir.

9. Bu araştırma kapsamındaki kriterlere uygun şekilde yürütülmüş araştırmaların verilerinden hareketle, STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine yüksek düzeyde etkisi olduğu hesaplanmıştır ($d=1,136$, $SH=0,141$, $CI=[0,860-1,412]$). Bu sonuç, STEM eğitiminin diğer öğretim yöntemlerine göre öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini çok daha fazla geliştirdiğini göstermektedir. Bu gelişim ve değişime etki eden yaş, deney grubunda uygulanan STEM eğitiminin süresi, disiplin ve ülke faktörlerinin etkisini belirlemek amacıyla moderatör analizi yapılmıştır. Buna göre,

- STEM eğitiminin diğer yaş grubundaki öğrencilere kıyasla okul öncesi dönemdeki (5-6 yaş grubu) öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine daha çok etkide bulunduğu tespit edilmiştir ($d=2,253$, $SH=0,453$, $CI=[1,424-3,082]$). Bu etkinin oldukça yüksek bir değer olarak hesaplanması, bilişsel bakımdan daha nitelikli bireylerin yetişmesi için öğretim faaliyetlerinin erken yaştan itibaren STEM eğitimi ile yürütülmesinin oldukça önemli olduğunu düşündürmüştür. Bunun yanı sıra, STEM eğitiminin ilkokul, ortaokul ve lise düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine oldukça yüksek etkide bulunduğu belirlenmiştir. Bu verilerden hareketle, STEM eğitiminin her yaş grubundaki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine önemli düzeyde etki ettiği sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlar bu metrik sistemi içerisinde geçerlidir. STEM eğitimi hakkında daha fazla bilgi edinebilmek için güçlü deneysel desen türü ile yürütülecek daha fazla çalışmanın sonucu ile yeniden meta-analiz araştırması yapılabilir.

- Deney grubunda uygulanan STEM eğitiminin 1-10 ders saati ve 11-20 ders saatine kıyasla 21 ve daha fazla saat sürmesi öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini daha çok etkilemektedir ($d=1,152$, $SH=0,256$, $CI=[0,651-1,653]$). Bu etki değerinin yüksek

olması STEM eğitiminin uygulanma süresinin önemli bir faktör olduğunu, öğrencilerin STEM etkinliklerini gerçekleştirme sürelerinin değişiminin üst düzey düşünme becerilerini önemli düzeyde etkilediğini göstermiştir. Bunun yanı sıra, STEM eğitiminin 11-20 ders saati ve 1-10 ders saati sürelerinde uygulanmasının da öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini yüksek düzeyde etkilediği tespit edilmiştir. Bu bilgilerden hareketle, STEM eğitiminin bu metrik içerisinde gruplandırılan tüm öğretim sürelerinin hepsinde öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine yüksek etkide bulunduğu, öğretim süresi arttıkça bu etkinin de arttığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu derlemeye dâhil edilen araştırmaların deney grubunda uygulanan STEM eğitiminin süresi paylaşılan bilgileri ortak bir noktada birleştirebilmek amacıyla 1-10 ders saati, 11-20 ders saati ve 21 ve daha fazlası şeklinde gruplandırılmıştır. Bu sınırlılıklardan dolayı, STEM eğitimi hakkında derinlemesine bilgi edinmek için bundan sonra yürütülecek STEM eğitiminin üst düzey düşünme becerilerine etkisi inceleyen araştırmalarda uygulama süresinin detayları ile paylaşılması önerilmektedir.

- STEM eğitiminin enformatik, matematik, hepsi kategorilerindeki disiplinlere kıyasla fen bilimleri kapsamında irdelenen kimya disiplininde uygulanmasının öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine yüksek düzeyde etkisi olduğu tespit edilmiştir ($d=1,626$, $SH=0,757$, $CI=[0,141-3,110]$). Bunun yanı sıra, fizik, biyoloji ve hepsi kategorilerindeki disiplin alanlarında uygulanan STEM eğitiminin öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisinin yüksek, enformatik disiplininde uygulanan STEM eğitiminin etkisinin orta ve matematik eğitimi disiplininde uygulanan STEM eğitiminin orta düzeye oldukça yakın zayıf etkide bulunduğu ortaya çıkmıştır. Bu bilgilerden hareketle, bu metrik sistemi içerisinde elde edilen veriler kapsamında STEM eğitiminin uygulandığı disiplinin öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkide bulunduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Ancak en yüksek ve en düşük etkinin bulunduğu kimya ve matematik disiplininde ikişer araştırmanın olması bu konuda daha fazla bilgi edinebilmek için daha fazla araştırmaya ihtiyacın olduğunu göstermektedir.

- STEM eğitiminin uygulandığı Türkiye, Amerika, Irak, İtalya, Malezya, Güney Kore, İspanya, Tayvan, Tayland ülkelerine kıyasla Endonezya'da yürütülen araştırmaların öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine önemli düzeyde etki ettiği tespit edilmiştir ($d=1,486$, $SH=0,249$, $CI=[0,999-1,976]$). Buna göre, Endonezya'da yürütülen STEM eğitimi uygulamalarının Endonezyalı öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini diğer ülkelerdeki öğrencilere göre daha çok geliştirdiği anlaşılmıştır. Bunun yanı sıra, Türkiye ve Amerika'daki STEM eğitiminin Türk ve Amerikalı öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini yüksek düzeyde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Ancak bu metrik sisteminden elde edilen verilere göre Irak, İtalya, Malezya, Güney Kore, İspanya, Tayvan ve Tayland'da yürütülen araştırmaların sayısının sadece bir olması bu sonucun genellenebilirliğini etkilemektedir. STEM eğitiminin ülke moderatörü kapsamında öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisi hakkında derinlemesine bilgi sahibi olabilmek için daha fazla araştırmanın yürütülmesi önerilmektedir.

STEM eğitiminin öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisinin önem ve tahmin analizi sonuçları ve önerileri aşağıdaki gibidir;

10. STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisi hakkında derinlemesine bilgi edinebilmek için rastgele orman algoritması ile yapılan analizler sırasında veri setinde Tablo 11'deki gibi tutarsızlıklar tespit edilmiştir. Burada bahsedilen tutarsızlık, aynı değişkenlere sahip araştırmaların etki büyüklükleri arasında büyük fark olmasıdır. Bu farklılığın çeşitli olası sebepleri olabilir. Fakat veri setinin mevcut haliyle farklılığın sebebi anlaşılamamaktadır. Tutarsızlığın olası bir sebebi araştırmalardaki STEM eğitime ayrılan bütçe, STEM eğitimini uygulayan öğretmenin bilgi ve deneyim düzeyi, STEM eğitiminin uygulandığı ortamın olanakları, öğrencilerin hazırbulunuşluk düzeyi vb. değişkenlerinin göz ardı edilerek paylaşılmamasıdır. Bu değişkenlerin paylaşılması yapılacak yeni analizler kapsamında rastgele orman algoritmasında farklı düğümlere düşmesine sebep olacak ve tutarsızlık ortadan kalkacaktır. Bu sayede veri setindeki tutarsızlıklar minimuma indirilerek yapılacak

analizlerin doğruluk payı artacaktır. Elde edilen sonuçlardan hareketle gelecekte yapılacak çalışmaların daha iyi analiz edilebilmesi için çeşitli faktörlerin göz ardı edilmeden çalışmalara dâhil edilmesi önerilmektedir. Ayrıca veri setinde seyrek bulunan bazı veriler aykırılığa sebep olmaktadır. Bu durum analizin doğruluk performansını düşürmektedir. Dolayısıyla, STEM eğitimi hakkında derinlemesine bilgi sahibi olmak için daha çok araştırmanın yürütülmesi analiz edilecek örneklem sayısını artıracak ve daha güvenilir analizlerin yapılmasını sağlayacaktır.

11. STEM eğitiminin öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisine yönelik araştırmalarda belirlenen moderatörlerin önem analizi sonucunda yaş değişkeninin diğer değişkenlerden daha önemli olduğu tespit edilmiştir. Bu bilgilerden hareketle, STEM eğitiminin öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini en az ülke değişkeninin etkilediği anlaşılmıştır. Dolayısıyla, bu konuda yürütülen veya yürütülecek araştırmalarda en önemli değişkenin yaş olduğu göz önünde bulundurulmalıdır. Maksimum düzeyde kazanım sağlamak için önem derecesi düşük olması sebebiyle ülke gibi değiştirilemeyen moderatörden ziyade ülkeden daha önemli değiştirilebilir moderatörler üzerine yoğunlaşılmalıdır.

12. Son olarak, bu araştırma kapsamında belirlenen yaş, uygulama süresi ve disiplin moderatörlerinin tüm kombinasyonu ile Tablo 16'teki STEM eğitimin öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisine Türkiye için veri seti üretilmiştir. Daha sonra veri setinde bulunan kombinasyonların etki büyüklüğü tahmin edilmiştir. Bu tahminler, mevcut ve henüz yürütülmemiş araştırmaların sonuçlarını karşılaştırmak için bir referans olabilir.

Özetle, bu araştırmanın sonuçlarına yönelik öneriler daha güvenilir analiz yapılması için önem arz etmektedir. Güvenilir analizler mevcut durumun daha detaylı değerlendirilmesini sağlayacak, bunun sonucunda yapılan tahminler STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisi hakkında aydınlatıcı ve yol gösterici olacaktır.

STEM Eğitiminin K-12 Öğrenim Düzeyindeki Öğrencilerin Kariyer İlgisine Etkisini İnceleyen Araştırmalara Yönelik Sonuçlar ve Öneriler

Belirlenen veri tabanlarındaki tarama sonrası dâhil etme ve hariç tutma kriterlerine göre STEM eğitimin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin kariyer ilgisine etkisini inceleyen toplam dört araştırmaya ulaşılmıştır. Süreç içerisinde ulaşılan sonuçlar ve öneriler başlıklar halinde sunulmuştur. Buna göre;

1. Bu araştırma kapsamındaki kriterlere uygun şekilde yürütülmüş STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin kariyer ilgisine etkisini inceleyen ilk araştırmanın 2017 yılında yayınlandığı görülmüştür. 2017 yılından sonra bu araştırmaların yıllara göre sayısında artış olmadan 2019, 2020 ve 2021 yıllarında sadece birer araştırmanın yayınlandığı belirlenmiştir. STEM eğitiminin bireylerin üst düzey düşünme becerilerini geliştirme ve STEM alanlarına yönelik kariyer ilgisi oluşturma amacıyla yaklaşık son 10 yıldır vurgulanan ve önerilen bir öğretim yaklaşımı olduğu göz önünde bulundurularak bu amaca yönelik yürütülen toplam araştırma sayısının oldukça az ve ilk araştırmanın 2017 yılında yayınlanmış olması dikkat çekicidir.

2. Bu araştırma kapsamındaki kriterlere uygun şekilde yürütülmüş STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin kariyer ilgisine etkisini inceleyen araştırmaların tümünün örneklemini 12-14 yaş grubundaki ortaokul öğrencileridir. Dolayısıyla, STEM eğitiminin öğrencilerin kariyer ilgisine etkisi hakkında detaylı bilgi edinebilmek için hem ortaokul öğrencileri ile hem de farklı yaş gruplarındaki öğrenciler ile yürütülecek çok sayıda araştırmaya ihtiyaç vardır.

3. Bu araştırma kapsamındaki kriterlere uygun şekilde yürütülmüş STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin kariyer ilgisine etkisini inceleyen dört araştırmanın ikisinin Türkiye’de, birinin Kuzey Kıbrıs’ta, diğerinin ise Endonezya’da yürütüldüğü tespit edilmiştir. STEM eğitiminin son yıllarda yoğun şekilde ilgi çeken bir

araştırma konusu olduğu düşünülerek sadece bu ülkelerde STEM eğitiminin öğrencilerin kariyer ilgisine etkisini inceleyen araştırmaların olması büyük bir eksikliğin göstergesidir.

4. Bu araştırma kapsamındaki kriterlere uygun şekilde yürütülmüş STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin kariyer ilgisine etkisini inceleyen araştırmaların hepsi fen bilimleri disiplini temelinde yürütülmüştür. STEM eğitiminin diğer disiplinlerle bütünleşik doğası düşünülerek diğer alandaki araştırmacıların bu konuda çeşitli araştırmalar yürütmesi önerilmektedir. Bu sonucun yanı sıra, araştırmalar STEM eğitimini fen bilimleri disiplini kapsamında sıklıkla fizik konularına yönelik etkinliklerle yürütmüştür. Sadece bir araştırmada fizik, kimya ve biyoloji etkinliklerinin olduğu etkinlikler uygulanmıştır.

5. Bu araştırma kapsamındaki kriterlere uygun şekilde yürütülmüş STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin kariyer ilgisine etkisini inceleyen araştırmaların tümünün kontrol grubunda araştırmanın yürütüldüğü ülkenin mevcut öğretim programının benimsediği yaklaşımlar uygulanmıştır. Bu öğretim programları araştırıldığında hepsinin öğrenci merkezli öğrenmeyi destekleyen yapılandırıcı yaklaşım olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca araştırmalarda STEM etkinliklerinin uygulanma süresinin 4 ders saati ile 1 dönem boyunca arasında değiştiği tespit edilmiştir.

6. Bu araştırma kapsamındaki kriterlere uygun şekilde yürütülmüş STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin kariyer ilgisine etkisini inceleyen araştırma sayısının az olması sebebiyle meta-analiz, moderatör, önem ve tahmin analizi yapılamamıştır. Ancak bu araştırmaların p değerleri incelendiğinde bir araştırma dışında diğer araştırmaların STEM eğitiminin öğrencilerin kariyer ilgisine etkisinin anlamlı olduğu anlaşılmıştır. Bu metrik sistemi içerisinde STEM eğitiminin kariyer ilgisi üzerine olumlu bir etkisi olduğu kanısına varılmıştır.

Özetle, STEM eğitiminin K-12 öğrenim düzeyindeki öğrencilerin kariyer ilgisine etkisini güçlü deneysel desen türü ile yürüten araştırma sayısının çok az olduğu sonucuna ulaşılmış ve bu konuda bilgi edinebilmek, gelecek için tahminlerde bulunabilmek için çeşitli

değişkenlerle farklı ülkelerde yürütülecek çok sayıda araştırmaya ihtiyacın olduğu düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Abbot, G. (2021, 7 June). *Incorporating DNA education in early and intermediate STEM learning*. USA, National Science Teaching Association. <https://www.nsta.org/blog/incorporating-dna-education-early-and-intermediate-stem-learning>
- Achen, C. H. (1986). *The statistical analysis of quasi-experiments*. University of California Press.
- Aggarwal, V., Gupta, V., Singh, P., Sharma, K., & Sharma, N. (2019). Detection of spatial outlier by using improved z-score test. *In 2019 3rd International Conference on Trends in Electronics and Informatics (pp. 788-790)*. IEEE.
- Aguilera, D., & Ortiz-Revilla, J. (2021). STEM vs. STEAM education and student creativity: A systematic literature review. *Education Sciences, 11*(331), 1-13. <https://doi.org/10.3390/educsci11070331>
- Alawi, N. H., & Soh, T. M. T. (2019). The effect of project-based learning (PjBL) on critical thinking skills form four students on dynamic ecosystem topic “Vector! Oh! Vector!”. *Creative Education, 10*(12), 3107-3117. <https://doi.org/10.4236/ce.2019.1012235>
- Albar, S. B., & Southcott, J. E. (2021). Problem and project-based learning through an investigation lesson: Significant gains in creative thinking behaviour within the australian foundation (preparatory) classroom. *Thinking Skills and Creativity, 41*, 1-19. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2021.100853>
- Ali, J., Khan, R., Ahmad, N., & Maqsood, I. (2012). Random forests and decision trees. *International Journal of Computer Science Issues, 9*(5), 272-278.
- American Educational Research Association. (2006). Standards for reporting on empirical social science research in AERA publications. *Educational Researcher, 35*(6), 33–40.

- Amiruddin, B., Arna, J., & Subhan, S. (2019, August). STEM Education in Integrative Thematic Learning to Improve Students' Creative Thinking Abilities in Elementary School. In Proceeding *1st International Seminar STEMEIF (Science, Technology, Engineering and Mathematics Learning International Forum)* "Strengthening the STEM Education and Digital Skills".
- Annan-Diab, F., & Molinari, C. (2017). Interdisciplinarity: Practical approach to advancing education for sustainability and for the sustainable development goals. *The International Journal of Management Education*, 15(2), 73-83. <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2017.03.006>
- Aprianty, H., Gani, A., & Pada, A. U. T. (2020). Implementation of project-based learning through STEM approach to improve students' science process skills and learning outcomes. *Jurnal Tadris Kimiya*, 5(2), 144-152.
- Ba' Pham, Klassen, T. P., Lawson, M. L., & Moher, D. (2005). Language of publication restrictions in systematic reviews gave different results depending on whether the intervention was conventional or complementary. *Journal of Clinical Epidemiology*, 58(8), 769-776. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2004.08.021>
- Badmus, O. T., & Omosewo, E. O. (2020). Evolution of STEM, STEAM and STREAM education in Africa: The implication of the knowledge gap. *International Journal on Research in STEM Education*, 2(2), 99-106. <https://doi.org/10.31098/ijrse.v2i2.227>
- Banhan, A., Santiboon, T., & Somtua, T. (2017). Comparisons of the instructional management between STEM education method and the 5E-inquiry model for developing students' creative thinking abilities and their attitudes toward physics on momentum and collision issue of secondary students at the 10th grade level in physics classes. *European Journal of Education Studies*, 3(5), 161-187.
- Bartlett, F.C. (1958). *Thinking: An experimental and social study*. Allen & Unwin.

- Beane, J. A. (1995). Curriculum integration and the disciplines of knowledge. *The Phi Delta Kappan*, 76(8), 616-622.
- Becker, L. A. (2000). *Effect size (ES)*. <https://www.uv.es/~friasnav/EffectSizeBecker.pdf>
- Begg, C. B., & Mazumdar, M. (1994). Operating characteristics of a rank correlation test for publication bias. *Biometrics*, 1088-1101.
- Belland, B. R., Walker, A. E., Olsen, M. W., & Leary, H. (2015). A pilot meta-analysis of computer-based scaffolding in STEM education. *Journal of Educational Technology & Society*, 18(1), 183-197.
- Belland, B. R., Walker, A. E., & Kim, N. J. (2017). A Bayesian network meta-analysis to synthesize the influence of contexts of scaffolding use on cognitive outcomes in STEM education. *Review of Educational Research*, 87(6), 1042-1081. <https://doi.org/10.3102/0034654317723009>
- Belland, B. R., Walker, A. E., Kim, N. J., & Lefler, M. (2017). Synthesizing results from empirical research on computer-based scaffolding in STEM education: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 87(2), 309-344. <https://doi.org/10.3102/0034654316670999>
- Biau, G., & Scornet, E. (2016). A random forest guided tour. *Test*, 25(2), 197-227. <https://doi.org/10.1007/s11749-016-0481-7>
- Blanchard, S., Freiman, V., & Lirrete-Pitre, N. (2010). Strategies used by elementary schoolchildren solving robotics-based complex tasks: Innovative potential of technology. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 2851-2857. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.427>
- Borenstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J. P., & Rothstein, H. R. (2010). A basic introduction to fixed-effect and random-effects models for meta-analysis. *Research Synthesis Methods*, 1(2), 97-111.

- Borenstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J. P., & Rothstein, H. R. (2021). *Introduction to meta-analysis*. John Wiley & Sons.
- Breiman, L. (2001). Random forests. *Machine Learning*, 45(1), 5-32.
- Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C., & Koehler, C. M. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3-11.
- Brence, M. J. R., & Brown, D. E. (2006). Improving the robust random forest regression algorithm. *Systems and Information Engineering Technical Papers*, 1-18.
- Brown, R., Brown, J., Reardon, K., & Merrill, C. (2011). Understanding STEM: Current perceptions. *Technology and Engineering Teacher*, 70(6), 5-10.
- Bybee, R. W. (2010). What is STEM education?. *Science*, 329(5995), 996-996.
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. National Science Teachers Association.
- Caballero-Gonzalez, Y. A., Muñoz-Repiso, A. G. V., & García-Holgado, A. (2019, October). Learning computational thinking and social skills development in young children through problem solving with educational robotics. *In Proceedings of the Seventh International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality* (pp. 19-23). Spain. <https://doi.org/10.1145/3362789.3362874>
- Campbell, D. T., & Stanley, J. C. (2015). *Experimental and quasi-experimental designs for research*. Ravenio Books.
- Cannon-Ruffo, C. M. (2020). *the efficacy of educational robotics in an integrated STEM elementary curriculum*.(Doctoral dissertation) Northern Illinois University, USA.
- Carter, V., Beachner, M., & Daugherty, M. K. (2015). Family and consumer sciences and STEM integration. *Journal of Family & Consumer Sciences*, 107(1), 55–58.

- Castleman, B. L., Long, B. T., & Mabel, Z. (2018). Can financial aid help to address the growing need for STEM education? The effects of need-based grants on the completion of science, technology, engineering, and math courses and degrees. *Journal of Policy Analysis and Management*, 37(1), 136-166. <https://doi.org/10.1002/pam.22039>
- Catherwood, D. (2000). New views on the young brain: Offerings from developmental psychology to early childhood education. *Contemporary Issues in Early Childhood*, 1(1), 23-35. <https://doi.org/10.2304/ciec.2000.1.1.4>
- Chang, S. H., Ku, A. C., Yu, L. C., Wu, T. C., & Kuo, B. C. (2015). A science, technology, engineering and mathematics course with computer-assisted remedial learning system support for vocational high school students. *Journal of Baltic Science Education*, 14(5), 641-654.
- Change the Equation. (2010). Change the equation: Improving science and mathematics education in the US. *Nat Cell Biol* 13, 875. <https://doi.org/10.1038/ncb2318>
- Changtong, N., Maneejak, N., & Yasri, P. (2020). Approaches for implementing STEM (Science, Technology, Engineering & Mathematics) Activities among middle school students in thailand. *International Journal of Educational Methodology*, 6(1), 185-198. <https://doi.org/10.12973/ijem.6.1.185>
- Chen, Y., Chow, S. C. F., & So, W. W. M. (2020). School-STEM professional collaboration to diversify stereotypes and increase interest in STEM careers among primary school students. *Asia Pacific Journal of Education*, 1-18. <https://doi.org/10.1080/02188791.2020.1841604>
- Chen, C. H., Yang, C. K., Huang, K., & Yao, K. C. (2020). Augmented reality and competition in robotics education: Effects on 21st century competencies, group collaboration and learning motivation. *Journal of Computer Assisted Learning*, 36(6), 1052-1062. <https://doi.org/10.1111/jcal.12469>

- Chesky, N.Z., Wolfmeyer, M.R. (2015). *Concluding thoughts. In Philosophy of STEM Education: A Critical Investigation. The Cultural and Social Foundations of Education.* Palgrave Pivot https://doi.org/10.1057/9781137535467_5
- Chiazzese, G., Arrigo, M., Chifari, A., Lonati, V., & Tosto, C. (2019, October). Educational robotics in primary school: Measuring the development of computational thinking skills with the bebras tasks. *Informatics*, 6(43), 1-12.
- Chiazzese, G., Arrigo, M., Chifari, A., Lonati, V., & Tosto, C. (2019). Educational robotics in primary school: Measuring the development of computational thinking skills with the bebras tasks. *In Informatics*, 6(43), 2-12. <https://doi.org/10.3390/informatics6040043>
- Clements, D.H., Sarama, J. (2021). STEM or STEAM or STREAM? Integrated or interdisciplinary?. In Cohrssen, C., Garvis, S. (Eds.), *Embedding STEAM in early childhood education and care.* Palgrave Macmillan, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-65624-9_13
- Coble, C. R., & Allen, M. (2005). *Keeping America competitive: Five strategies to improve mathematics and science education.* Education Commission of the States.
- Committee on Prospering in the Global Economy of the 21st Century. (2007). *Rising above the gathering storm: Energizing and employing america for a brighter economic future.* National Academies Press.
- Connors-Kellgren, A., Parker, C. E., Blustein, D. L., & Barnett, M. (2016). Innovations and challenges in project-based STEM education: Lessons from ITEST. *Journal of Science Education and Technology*, 25(6), 825-832. <https://doi.org/10.1007/s10956-016-9658-9>
- Cuban, L. (1984). Policy and research dilemmas in the teaching of reasoning: Unplanned designs. *Review of Educational Research*, 54(4), 655-681.

- Cutler, D. R., Edwards Jr, T. C., Beard, K. H., Cutler, A., Hess, K. T., Gibson, J., & Lawler, J. J. (2007). Random forests for classification in ecology. *Ecology*, 88(11), 2783-2792.
- Çakır, R., & Ozan, C. E. (2018). FeTeMM etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarıları, yansıtıcı düşünme becerileri ve motivasyonlarına etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 38(3), 1077-1100.
- Çalışıcı, S., & Benzer, S. (2021). The Effects of STEM applications on the environmental attitudes of the 8th year students, scientific creativity and science achievements. *Malaysian Online Journal of Educational Sciences*, 9(1), 24-36.
- Çaycı, B., & Örnek, G. T. (2019). Effect of STEM-based activities conducted in science classes on various variables. *Asian Journal of Education and Training*, 5(1), 260-268.
- 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. <https://doi.org/10.1080/21548455.2011.629455>
- Denyer, D., & Tranfield, D. (2009). Producing a systematic review. In D. A. Buchanan & A. Bryman (Eds.), *The Sage handbook of organizational research methods* (pp. 671–689). Sage.
- Dickersin, K. (1990). The existence of publication bias and risk factors for its occurrence. *Jama*, 263(10), 1385-1389.
- Dogan, A., & Kahraman, E. (2021). The effect of STEM activities on the scientific creativity of middle school students. *International Journal of Curriculum and Instruction*, 13(2), 1241-1266.
- Drake, S. M., & Burns, R. C. (2004). *Meeting standards through integrated curriculum*. ASCD.

- Drew, C., (2011). *Why science majors change their minds (It's just so darn hard)*. The New York Times. <https://www.nytimes.com/2011/11/06/education/edlife/why-science-majors-change-their-mind-its-just-so-darn-hard.html?pagewanted=all>
- Duncan, G. J. (1991). Made in heaven: Secondary data analysis and interdisciplinary collaborators. *Developmental Psychology*, 27(6), 949-951. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.27.6.949>
- Duval, S., & Tweedie, R. (2000). Trim and fill: A simple funnel-plot-based method of testing and adjusting for publication bias in meta-analysis. *Biometrics*, 56(2), 455-463.
- English, L. D. (2016). STEM education K-12: Perspectives on integration. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 1-8.
- English, L. D. (2017). Advancing elementary and middle school STEM education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(1), 5-24.
- Eskrootchi, R., & Oskrochi, G. R. (2010). A study of the efficacy of project-based learning integrated with computer-based simulation-STELLA. *Journal of Educational Technology & Society*, 13(1), 236-245.
- European Commission (2003). Working document on indicators for measuring progress towards the common objectives. Brussels. <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3217494/5619864/KS-77-07-115-EN.PDF/06ee41ca-2717-46ee-bee5-07e6bf6c26a2>
- Fan, S. C., & Yu, K. C. (2017). How an integrative STEM curriculum can benefit students in engineering design practices. *International Journal of Technology and Design Education*, 27(1), 107-129. <https://doi.org/10.1007/s10798-015-9328-x>

- Field, A. P., & Gillett, R. (2010). How to do a meta-analysis. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 63(3), 665-694.
<http://dx.doi.org/10.1348/000711010X502733>
- Foshay, A. W. (1991). The curriculum matrix: Transcendence and mathematics. *Journal of Curriculum and Supervision*, 6(4), 277-93.
- Fritz, C. O., Morris, P. E., & Richler, J. J. (2012). Effect size estimates: Current use, calculations, and interpretation. *Journal of Experimental Psychology: General*, 141(1), 2-18. <http://dx.doi.org/10.1037/a0024338>
- Furman, R. L. (2017). *STEM needs to be updated to STREAM*.
https://www.huffpost.com/entry/stem-needs-updated-to-str_b_5461814?guccounter=1
- Gandi, A. S. K., Haryani, S., & Setiawan, D. (2019). The effect of project-based learning integrated STEM toward critical thinking skill. *Journal of Primary Education*, 8(7), 18-23.
- Gough, D., Oliver, S. & Thomas, J. (2012). Introducing systematic reviews. In D. Gough, S. Oliver, & J. Thomas, (Eds.), *An introduction to systematic reviews* (pp. 38–65). London: Sage.
- Gough, D., & Thomas, J. (2016). Systematic reviews of research in education: Aims, myths and multiple methods. *Review of Education*, 4(1), 84-102.
<https://doi.org/10.1002/rev3.3068>
- Görgülü Arı, A., & Meço, G. (2021). A New Application in Biology Education: Development and Implementation of Arduino-Supported STEM Activities. *Biology*, 10(6), 506.
- Gudiño Paredes, S. (2018). Innovating science teaching with a transformative learning model. *Journal of Education for Teaching*, 44(1), 107-111.
<https://doi.org/10.1080/02607476.2018.1422619>

- Gushue, G. V. (2006). The relationship of ethnic identity, career decision-making self-efficacy and outcome expectations among latino/a high school students. *Journal of Vocational Behavior*, 68(1), 85–95. <https://doi.org/10.1016/j.jvb.2005.03.002>
- Guzzo, R. A., Jackson, S. E., & Katzell, R. A. (1987). Meta-analysis analysis. *Research in Organizational Behavior*, 9(1), 407-442.
- Gündüz Bahadır E. B. & Köse Özay, E. (2021). 6. sınıf fen bilimleri dersinde stem uygulamalarının öğrencilerin STEM'e yönelik algılarına ve tutumlarına etkisi. *Ihlara Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 6(1), 81-97. <https://doi.org/10.47479/ihead.826909>
- Hammersley, M. (2008). Paradigm war revived? On the diagnosis of resistance to randomized controlled trials and systematic review in education. *International Journal of Research & Method in Education*, 31(1), 3-10. <https://doi.org/10.1080/17437270801919826>
- Hand, D. J. (2007). Principles of data mining. *Drug Safety*, 30(7), 621-622. <https://doi.org/10.2165/00002018-200730070-00010>
- Hedges, L. V. (1992). Meta-analysis. *Journal of Educational Statistics*, 17(4), 279-296.
- Hedges, L. V., & Vevea, J. L. (1998). Fixed-and random-effects models in meta-analysis. *Psychological Methods*, 3(4), 486-504.
- Heil, D. R., Pearson, G., & Burger, S. E. (2013). *Understanding integrated STEM education: Report on A National Study*. In 2013 ASEE Annual Conference & Exposition (pp. 23-1279). Atlanta, Georgia. <https://doi.org/0.18260/1-2--22664>
- Hidi, S., & Harackiewicz, J. M. (2000). Motivating the academically unmotivated: A critical issue for the 21st century. *Review of Educational Research*, 70(2), 151-179.
- Higgins, J. P., & Thompson, S. G. (2002). Quantifying heterogeneity in a meta-analysis. *Statistics in Medicine*, 21(11), 1539-1558. <https://doi.org/10.1002/sim.1186>

- Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. (2014). Committee on integrated STEM education, National Academy of Engineering, National Research Council. In M. Honey, G. Pearson, and H. Schweingruber (Eds.), *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/18612>
- Hora, M. T., & Hunter, A. B. (2014). Exploring the dynamics of organizational learning: Identifying the decision chains science and math faculty use to plan and teach undergraduate courses. *International Journal of STEM Education*, 1(1), 1-21. <https://doi.org/10.1186/s40594-014-0008-2>
- Hsiao, H. S., Lin, Y. W., Lin, K. Y., Lin, C. Y., Chen, J. H., & Chen, J. C. (2019). Using robot-based practices to develop an activity that incorporated the 6E model to improve elementary school students' learning performances. *Interactive Learning Environments*, 30(1), 85-99. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1636090>
- Hsu, Y. S., & Fang, S. C. (2019). Opportunities and challenges of STEM education. In Y. S. Hsu & Y.F. Yeh (Eds.), *Asia-Pacific STEM teaching practices*, (pp.1-16). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-981-15-0768-7>
- Hubers, M. D. (2022). Using an evidence-informed approach to improve students' higher order thinking skills. *Education Sciences*, 12(11), 2.12. <https://doi.org/10.3390/educsci12110834>
- Hunter, J. E., & Schmidt, F. L. (2000). Fixed effects vs. random effects meta-analysis models: Implications for cumulative research knowledge. *International Journal of Selection and Assessment*, 8(4), 275-292.
- Hurd, P. D. (2000). Science education for the 21st century. *School Science and Mathematics*, 100(6), 282-288.
- International Institute for Sustainable Development, (2022). *Solidarity, sustainability, science to drive transformation during UNGA77*. New York.

<https://sdg.iisd.org/news/solidarity-sustainability-science-to-drive-transformation-during-unga77/>

- İnce, K., Mısır, M. E., Küpeli, M. A., & Fırat, A. (2018). 5. sınıf fen bilimleri dersi yer kabuğunun gizemi ünitesinin öğretiminde STEM temelli yaklaşımın öğrencilerin problem çözme becerisi ve akademik başarısına etkisinin incelenmesi. *Journal of STEAM Education*, 1(1), 64-78.
- İzgi, S. & Kalaycı, S. (2020). The effect of the STEM approach based on the 5E model on academic success and scientific process skills: The transformation of electrical energy. *International Journal of Education Technology and Scientific Researches*, 5(13), 1578-1629.
- Jackson, S. (1991). Meta-analysis for primary and secondary data analysis: the super-experiment metaphor. *Communications Monographs*, 58(4), 449-462.
<http://dx.doi.org/10.1080/03637759109376241>
- Jagannathan, R., Camasso, M. J., & Delacalle, M. (2019). Promoting cognitive and soft skills acquisition in a disadvantaged public school system: Evidence from the Nurture thru Nature randomized experiment. *Economics of Education Review*, 70, 173-191.
- Jaiswal, J. K., & Samikannu, R. (2017). Application of random forest algorithm on feature subset selection and classification and regression. In *2017 World Congress on Computing and Communication Technologies (WCCCT)* (pp. 65-68). IEEE.
- Jawad, L. F., Majeed, B. H., & ALRikabi, H. T. (2021). The impact of teaching by using stem approach in the development of creative thinking and mathematical achievement among the students of the fourth scientific class. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 15(13), 172-187.
- Jeong, H., Hmelo-Silver, C. E., & Jo, K. (2019). Ten years of computer-supported collaborative learning: A Meta-analysis of CSCL in STEM education during 2005–

2014. *Educational Research Review*, 28, 1-17.
<https://doi.org/10.1016/j.edurev.2019.100284>

Johnson, C. C. (2012). Implementation of STEM education policy: Challenges, progress, and lessons learned. *School Science and Mathematics*, 112(1), 45-55. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2011.00110.x>

Jordan, S. & Yeomans, D. (2003) Meeting the global challenge? Comparing recent initiatives in school science and technology, *Comparative Education*, 39(1), 65–81.

Kanaki, K., & Kalogiannakis, M. (2022). Assessing algorithmic thinking skills in relation to age in early childhood STEM education. *Education Sciences*, 12(6), 1-21.
<https://doi.org/10.3390/educsci12060380>

Kanematsu, H., Barry, D.M. (2016). STEM and creativity. In J. Kacprzyk & L. C. Jain (Eds.), *STEM and ICT education in intelligent environments. Intelligent Systems Reference Library*, Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-19234-5_3

Karaahmetoğlu, K., & Korkmaz, Ö. (2019). The effect of project-based arduino educational robot applications on students' computational thinking skills and their perception of basic STEM skill levels. *Participatory Educational Research*, 6(2), 1-14.

Keçeci, G., Aydın, T., & Kirbağ Zengin, F. (2019). The effect of stem activities on preschool students'scientific process skills. *Uluslararası Avrasya Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(36), 396-411.

Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 1-11.
<https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>

Kırıcı, M. G., & Bakırıcı, H. (2021). The effect of STEM supported research-inquiry-based learning approach on the scientific creativity of 7th grade students. *Journal of Pedagogical Research*, 5(2), 19-35. <https://doi.org/10.33902/JPR.2021067921>

- Klein, J. T. (2008). Evaluation of interdisciplinary and transdisciplinary research: A literature review. *American Journal of Preventive Medicine*, 35(2), 116-S123.
- 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. <https://doi.org/EJ1015828>
- Kurt, M., & Benzer, S. (2020). An investigation on the effect of STEM practices on sixth grade students' academic achievement, problem solving skills, and attitudes towards STEM. *Journal of Science Learning*, 3(2), 79-88.
- Labov, J. B., Reid, A. H., & Yamamoto, K. R. (2010). Integrated biology and undergraduate science education: A new biology education for the twenty-first century?. *CBE—Life Sciences Education*, 9(1), 10-16.
- Laevers, F. (2005). The curriculum as means to raise the quality of ECE. Implications for policy. *European Early Childhood Education Research Journal*, 13, 17-30. <https://doi.org/10.1080/13502930585209531>
- LaForce, M., Noble, E., King, H., Century, J., Blackwell, C., Holt, S., Ibrahim, A., & Loo, S. (2016). The eight essential elements of inclusive STEM high schools. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 1-11. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0054-z>
- Lederman, N. G., & Niess, M. L. (1997). Integrated, interdisciplinary, or thematic instruction? Is this a question or is it questionable semantics?. *School Science and Mathematics*, 97(2), 57-58.
- Lestari, T. P., Sarwi, S., & Sumarti, S. S. (2018). STEM-based project based learning model to increase science process and creative thinking skills of 5th grade. *Journal of primary education*, 7(1), 18-24.
- Lewis, A., & Smith, D. (1993). Defining higher order thinking. *Theory into Practice*, 32(3), 131-137.

- Leviton, L. C., & Cook, T. D. (1981). What differentiates meta-analysis from other forms of review. *Journal of Personality*, 49(2), 231-235. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6494.1981.tb00740.x>
- Lichtenstein, A. H., Yetley, E. A., & Lau, J. (2008). Application of systematic review methodology to the field of nutrition. *The Journal of Nutrition*, 138(12), 2297-2306. <https://doi.org/10.3945/jn.108.097154>
- Lin, L., & Chu, H. (2018). Quantifying publication bias in meta-analysis. *Biometrics*, 74(3), 785-794. <https://doi.org/10.1111/biom.12817>
- Locke, E. A., & Latham, G. P. (2004). What should we do about motivation theory? Six recommendations for the twenty-first century. *Academy of Management Review*, 29(3), 388-403.
- Lou, S. J., Chou, Y. C., Shih, R. C., & Chung, C. C. (2017). A study of creativity in Cac2 STEAMship-derived STEM project-based learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(6), 2387-2404. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.01231a>
- Ma, H. H. (2006). A synthetic analysis of the effectiveness of single components and packages in creativity training programs. *Creativity Research Journal*, 18, 435–446. https://doi.org/10.1207/s15326934crj1804_3
- Madden, M. E., Baxter, M., Beauchamp, H., Bouchard, K., Habermas, D., Huff, M., ... & Plague, G. (2013). Rethinking STEM education: An interdisciplinary STEAM curriculum. *Procedia Computer Science*, 20, 541-546. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.09.316>
- Madyani, I., Yamtinah, S., & Utomo, S. B. (2019). The implementation of PBL integrated with STEM in the material of Temperature and Its Changes to the Improvement of Students' Creative Thinking Skills and Learning Results. *Journal of Educational Science and Technology*, 5(3), 260-267.

- Maltese, A. V., & Tai, R. H. (2011). Pipeline persistence: Examining the association of educational experiences with earned degrees in STEM among U.S. students. *Science Education*, 95(5), 877-907. <https://doi.org/10.1002/sce.20441>
- Mansour, N. (2009). Science-technology-society (STS) a new paradigm in science education. *Bulletin of Science, Technology & Society*, 29(4), 287-297.
- Marrero, M. E., Gunning, A. M., & Germain-Williams, T. (2014). What is STEM education?. *Global Education Review*, 1(4), 1-6.
- Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J., & Vílchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*, 103(4), 799-822. <https://doi.org/10.1002/sce.21522>
- Mayasari, D. (2019). The effect of enrichment in the concept of pascal-laws based on STEM education on critical and creative thinking skills of 8th grade student. *Jurnal Inovasi Pendidikan Dasar*, 5(1), 9-16.
- Merrill, C. & Daugherty, J. (2009). The future of TE masters degrees: STEM. In *Proceedings of the International Technology Education Association*, Louisville, KY, USA.
- Meyrick, K. M. (2011). How STEM education improves student learning. *Meridian K-12 School. Computer Technologies Journal*, 14(1), 1–6.
- Miles, M, B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. (2nd ed). Sage.
- Miller, K., Sonnert, G., & Sadler, P. (2018). The influence of students' participation in STEM competitions on their interest in STEM careers. *International Journal of Science Education, Part B*, 8(2), 95-114. <https://doi.org/10.1080/21548455.2017.1397298>
- Mohd Shahali, E. H., Halim, L., Rasul, M. S., Osman, K., & Mohamad Arsad, N. (2019). Students' interest towards STEM: A longitudinal study. *Research in Science &*

Technological Education, 37(1), 71-89.
<https://doi.org/10.1080/02635143.2018.1489789>

Moher, D., Shamseer, L., Clarke, M., Ghersi, D., Liberati, A., Petticrew, M., ... & Stewart, L. A. (2015). Preferred Reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. *Systematic Reviews*, 4(1), 1-9.
<https://doi.org/10.1186/2046-4053-4-1>

Moore, T. J., & Smith, K. A. (2014). Advancing the state of the art of STEM integration. *Journal of STEM Education: Innovations & Research*, 15(1), 5–10.

Nam, K. W., Kim, H. J., & Lee, S. (2019). Connecting plans to action: The effects of a card-coded robotics curriculum and activities on Korean kindergartners. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 28(5), 387-397. <https://doi.org/10.1007/s40299-019-00438-4>

National Council of Teachers of Mathematics Commission on Standards for School Mathematics. (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. Reston.

National Research Council. (2011). *Successful K-12 STEM education: Identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics*. National Academies Press.

National Research Council. (2012). *Education for life and work: Developing transferable knowledge and skills in the 21st century*. National Academies Press.

National Science Foundation, (2020). STEM education for the future, a visioning report. <https://www.nsf.gov/ehr/Materials/STEM%20Education%20for%20the%20Future%20-%202020%20Visioning%20Report.pdf>

National Science & Technology Council. (2018). *Charting a course for success: America's strategy for STEM education* <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2018/12/STEM-Education-Strategic-Plan2018.pdf>

- Next Generation Science Standards, (2015). *The three dimensions of science learning*.
<https://www.nextgenscience.org/>
- Newmann, F. M. (1990). Higher order thinking in teaching social studies: A rationale for the assessment of classroom thoughtfulness. *Journal of Curriculum Studies*, 22(1), 41-56.
- Newman, M., & Gough, D. (2020). Systematic reviews in educational research: Methodology, perspectives and application. In O. Zawacki-Richter, M. Kerres, S. Bedenlier, M. Bond, & K. Buntins (Eds.), *Systematic reviews in educational research: Methodology, perspectives and application* (pp. 3–22). Springer Fachmedien.
- Niedlich, S., Kallfaß, A., Pohle, S., & Bormann, I. (2020). Context and implications document for a comprehensive view of trust in education: Conclusions from a systematic literature review. *Review of Education*, 9, 159-160.
- Nind, M. (2006). Conducting systematic review in education: A reflexive narrative. *London Review of Education*, 4(2), 183-195.
- Oakley, A. (2003) Research evidence, knowledge management and educational practice: Early lessons from a systematic approach, *London Review of Education*, 1(1), 21–33.
- OECD (2003). Education at a glance. 2003 Edition (Paris, OECD).
<https://www.oecd.org/education/education-at-a-glance/>
- Ortiz, M. (2020). *The effect of gamification on learning performance of students in a STEM program* (Doctoral dissertation) Ghent University, Brussels.
- Owda, M. A, & Mousa, A. A. (2019). Effect of a science unit" Light & Life" designed according to the integrative STEM approach on the improvement of scientific practices among 9th grade students. *IOSR Journal of Research & Method in Education (IOSR-JRME)*, 9(4), 46-50.

- Pahrudin, A., Alisia, G., Saregar, A., Asyhari, A., Anugrah, A., & Susilowati, N. E. (2021). The effectiveness of science, technology, engineering, and mathematics Inquiry learning for 15-16 years old students based on K-13 Indonesian curriculum: The impact on the critical thinking skills. *European Journal of Educational Research, 10*(2), 681-692.
- Panayiotou, M. & Eteokleous, N. (2017). Robotics as means to increase students' STEM attitudes; chapter projects and trends; In Science Press (pp. 216–220). Portugal.
- Papanikolaou, K., & Boubouka, M. (2010). Promoting collaboration in a project-based e-learning context. *Journal of Research on Technology in Education, 43*(2), 135-155. <https://doi.org/10.1080/15391523.2010.10782566>
- Park, J. Y., & Son, J. B. (2010). Transitioning toward transdisciplinary learning in a multidisciplinary environment. *International Journal of Pedagogies and Learning, 6*(1), 82-93.
- Pati, D., & Lorusso, L. N. (2018). How to write a systematic review of the literature. *Health Environments Research & Design Journal, 11*(1), 15-30. <https://doi.org/10.1177/1937586717747384>
- Permana, P. Y. S., Nyeneng, D. P & Distrik, W. (2021). The effect of science, technology, engineering, and mathematics (STEM) approaches on critical thinking skills using pbl learning models. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika, 9*(1), 1-15.
- Perry, B. (2010). Mathematical thinking of preschool children in rural and regional Australia: An overview. *Australian Research in Early Childhood Education: Journal for Australian Research in Early Childhood Education, 16*(2), 1-13.
- PISA 2018 Türkiye Ön Raporu, 2018. https://www.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2019_12/03105347_PISA_2018_Turkiye_On_Raporu.pdf

- Porter, A. L., Roessner, J. D., Oliver, S., & Johnson, D. (2006). A systems model of innovation processes in university STEM Education. *Journal of Engineering Education*, 95(1), 13-24.
- Psycharis, S., & Kotzampasaki, E. (2019). The impact of a STEM inquiry game learning scenario on computational thinking and computer self-confidence. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(4), 1-18. <https://doi.org/10.29333/ejmste/103071>
- Putri, N., Rusdiana, D., & Suwama, I. R. (2019). The comparison of student creative thinking skill using CBL Implemented in STEM education and combined with PSL worksheet in Indonesian school. *Journal of Science Learning*, 3(1), 7-11.
- Rahman, M. S., & Sultana, M. (2017). Performance of firth-and logf-type penalized methods in risk prediction for small or sparse binary data. *BMC Medical Research Methodology*, 17(1), 1-15. <https://doi.org/10.1186/s12874-017-0313-9>
- Ramaley, J. A. (2002). New truths and old verities. *New Directions For Higher Education*, 2002(119), 15-22.
- Ramaley, J. A. (2012). Educating for the twenty-first century. *Metropolitan Universities*, 23(3), 27-39.
- Ramaley, J. A. (2017). *Communicating and collaborating across diciplines. Accelerating Systemic Change in STEM Higher Education*. <https://ascnhighered.org/ASCN/posts/192300.html>
- Rehmat, A. P. (2015). *Engineering the path to higher-order thinking in elementary education: A problem-based learning approach for STEM integration* (Doctoral dissertation) University of Nevada, USA.
- Rehmat, A. P., & Hartley, K. (2020). Building engineering awareness: Problem based learning approach for STEM integration. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 14(1), 1-15.

- Resnick, L. (1987). *Education and learning to think*, National Academy Press.
- Richardson, W. S., Wilson, M. C., Nishikawa, J., & Hayward, R. S. (1995). The well-built clinical question: A key to evidence-based decisions. *Acp j club*, 123(3), 1-4.
- Rico, A., Agirre-Basurko, E., Ruiz-González, A., Palacios-Agundez, I., & Zuazagoitia, D. (2021). Integrating mathematics and science teaching in the context of education for sustainable development: Design and pilot implementation of a teaching-learning sequence about air quality with pre-service primary teachers. *Sustainability*, 13(4500), 2-21. <https://doi.org/10.3390/su13084500>
- Roberts, S. G. (2002). *SET for success: The supply of people with science, technology, engineering and mathematics skills*. HM Treasury.
- Rossini, G., Parrini, S., Castroflorio, T., Deregibus, A., & Debernardi, C. L. (2014). Periodontal health during clear aligners treatment: A systematic review. *European Journal Of Orthodontics*, 37(5), 539-543. <https://doi.org/10.1093/ejo/cju083>
- Rusmana, A. N., Widodo, A., & Surakusumah, W. (2019). Promoting the middle school students' engineering skills and conceptual understanding through STEM-based learning. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1957, No. 1, p. 012020). IOP Publishing.
- Ryu, M., Mentzer, N., & Knobloch, N. (2019). Preservice teachers' experiences of STEM integration: Challenges and implications for integrated STEM teacher preparation. *International Journal of Technology and Design Education*, 29(3), 493-512. <https://doi.org/10.1007/s10798-018-9440-9>
- Sanders, M. (2009). Integrative STEM education: Primer. *The Technology Teacher*, 68(4), 20-26.
- Sanders, M. E. (2012). Integrative STEM education as "best practice". *Griffith Institute for Educational Research*, Queensland, Australia.

<https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/51563/SandersiSTEMEdBestPractice.pdf>

- Sarican, G., & Akgunduz, D. (2018). The impact of integrated STEM education on academic achievement, reflective thinking skills towards problem solving and permanence in learning in science education. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 13(1), 94-113.
- Sasson, I. (2021). Becoming a scientist—career choice characteristics. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 19(3), 483-497.
<https://doi.org/10.1007/s10763-020-10059-9>
- Scott, A. & Martin, A. (2012). Dissecting the data 2012: Examining STEM opportunities and outcomes for underrepresented students in California.
https://www.smash.org/wp-content/uploads/2015/05/dissecting_the_data_2012_final.pdf
- Shaughnessy, M. (2013). By way of introduction: Mathematics in a STEM context. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 18(6), 324-324.
- Shukri, A. A. M., Ahmad, C. N. C., & Daud, N. (2020). Integrated STEM-based module: Relationship between students' creative thinking and science achievement. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 6(2), 173-180.
- Sias, C. M., Nadelson, L. S., Juth, S. M., & Seifert, A. L. (2017). The best laid plans: Educational innovation in elementary teacher generated integrated STEM lesson plans. *The Journal of Educational Research*, 110(3), 227–238.
<https://doi.org/10.1080/00220671.2016.1253539>
- Siew, N. M., & Ambo, N. (2018). Development and evaluation of an integrated project-based and STEM teaching and learning module on enhancing scientific creativity among fifth graders. *Journal of Baltic Science Education*, 17(6), 1017-1033.

- Siew, N. M., Amir, N., & Chong, C. L. (2015). The perceptions of pre-service and in-service teachers regarding a project-based STEM approach to teaching science. *SpringerPlus*, 4(1), 1-20. <https://doi.org/10.1186/2193-1801-4-8>
- Smith, D. L., & Tyler–Wood, T. L. (2020). STEM academic achievement and perceptions of family support: A gender analysis. *Library Hi Tech*. 39(1), 205-218. <https://doi.org/10.1108/LHT-07-2019-0147>
- Song, Y. Y., & Ying, L. U. (2015). Decision tree methods: Applications for classification and prediction. *Shanghai Archives Of Psychiatry*, 27(2), 130-135. <https://doi.org/10.11919/j.issn.1002-0829.215044>
- Speiser, J. L., Miller, M. E., Tooze, J., & Ip, E. (2019). A comparison of random forest variable selection methods for classification prediction modeling. *Expert Systems With Applications*, 134, 93-101. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2019.05.028>
- Stewart, D. W., & Kamins, M. A. (1993). *Secondary research: Information sources and methods*. Sage.
- Stohlmann, M., Moore, T. J., & Roehrig, G. H. (2012). Considerations for teaching integrated STEM education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 2(1), 28-34. <https://doi.org/10.5703/1288284314653>
- Sullivan, G. M., & Feinn, R. (2012). Using effect size—or why the p value is not enough. *Journal Of Graduate Medical Education*, 4(3), 279-282. <https://doi.org/10.4300/JGME-D-12-00156.1>
- Sutaphan, Sukanya & Chokchai Yuenyong. (2019). STEM Education Teaching approach: Inquiry from the Context Based. *Journal of Physics: International Annual Meeting on STEM Education (I AM STEM) 2018*, 1340(1), 1-18. <https://doi:10.1088/1742-6596/1340/1/012003>
- Sutton, A. J., Abrams, K. R., Jones, D. R., Sheldon, T. A., & Song, F. (2000). *Methods for meta-analysis in medical research*. Wiley.

- Swafford, M. (2018). The state of the profession: STEM in agricultural education. *Journal of Agricultural Education*, 59(4), 315-333. <https://doi.org/10.5032/jae.2018.04315>
- Syukri, M., Halim, L., Mohtar, L. E., & Soewarno, S. (2018). The impact of engineering design process in teaching and learning to enhance students' science problem-solving skills. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 7(1), 66-75.
- Şimşek, F. (2019). FeTeMM etkinliklerinin öğrencilerin fen tutum, ilgi, bilimsel süreç becerileri üzerine etkisi ve öğrenci görüşleri. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 10(3), 654-679. <https://doi.org/10.16949/turkbilmat.470261>
- Talanquer, V. (2014). DBER and STEM education reform: Are we up to the challenge?. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(6), 809-819. <https://doi.org/10.1002/tea.21162>
- Tati, T., Firman, H., Riandi, R., & Permanasari, A. The Impact of STEM Project-Based Learning Toward The Change of Students' Attitude on Energy Topic. International Conference on Science Education (ICoSEd), Surabaya.
- Thibaut, L., Ceuppens, S., De Loof, H., De Meester, J., Goovaerts, L., Struyf, A., Boeve-de Pauw, J., Dehaene, W., Deprez, J., De Cock, M., Hellinckx, L., Knipprath, H., Langie, G., Struyven, K., Van de Velde, D., Van Petegem, P. and Depaepe, F. (2018). Integrated STEM education: A Systematic review of instructional practices in secondary education. *European Journal of STEM Education*, 3(1), 1-12. <https://doi.org/10.20897/ejsteme/85525>
- Thornton, A., & Lee, P. (2000). Publication bias in meta-analysis: Its causes and consequences. *Journal of Clinical Epidemiology*, 53(2), 207-216.
- TIMSS 2019 Türkiye Ön Raporu, 2019. http://www.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2020_12/10173505_No15_TIMSS_2019_Turkiye_On_Raporu_Guncel.pdf

- Tillinghast, R., & Mansouri, M. (2016). Influencing factors in identifying the optimal age for conducting STEM outreach. In *2016 IEEE Integrated STEM Education Conference (ISEC)* (pp. 128-131). IEEE.
- Tong, W., Hong, H., Fang, H., Xie, Q., & Perkins, R. (2003). Decision forest: Combining the predictions of multiple independent decision tree models. *Journal Of Chemical Information And Computer Sciences*, *43*(2), 525-531.
- Transform Education, (2022). *Transformin our education system*.
<https://transformeducationnm.org/>
- UNESCO, 2022. *The turning point: Why we must transform education now*.
<https://www.unesco.org/en/articles/turning-point-why-we-must-transform-education-now>
- United Nations, (2022). Transforming education summit.
<https://www.un.org/en/transforming-education-summit/about>
- United Nations Girls' Education Initiative, (2022). Young feminists are sparking change advancing gender equality through transforming education.
<https://www.ungei.org/take-action/advocate/transform-education>
- Vasquez, J. A. (2015). STEM--beyond the acronym. *Educational Leadership*, *72*(4), 10-15.
- Van Lissa, C. J. (2017). *Metaforest: Exploring heterogeneity in meta-analysis using random forests*. Open Science Framework.
<http://dx.doi.org/10.17605/OSF.IO/KHJGB>
- Vansieleghem, N., & Kennedy, D. (2011). What is philosophy for children, what is philosophy with children—after Matthew Lipman?. *Journal of Philosophy of Education*, *45*(2), 171-182.

- Vela, K. N., Bicer, A., Capraro, R. M., Barroso, L. R., & Caldwell, C. (2018). what matters to my future: STEM int-her-est and expectations. *Proceedings of the 48th Annual IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*. IEEE, Piscatawy, NJ.
- Wahono, B., Lin, P. L., & Chang, C. Y. (2020). Evidence of STEM enactment effectiveness in asian student learning outcomes. *International Journal of STEM Education*, 7(1), 1-18. <https://doi.org/10.5703/1288284314636>
- Wang, W. H. (2016). A mini experiment of offering STEM education to several age groups through the use of robots. *In 2016 IEEE Integrated STEM Education Conference (ISEC)* (pp. 120-127). IEEE.
- Wang, L. H., Chen, B., Hwang, G. J., Guan, J. Q., & Wang, Y. Q. (2022). effects of digital game-based STEM education on students' learning achievement: A meta-analysis. *International Journal of STEM Education*, 9(1), 1-13. <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00344-0>
- Wang, H.-H., & Knobloch, N. A. (2018). Levels of STEM integration through agriculture, food, and natural resources. *Journal of Agricultural Education*, 59(3), 258–277. <https://doi.org/10.5032/jae.2018.03258>
- Wang, H. H., Moore, T. J., Roehrig, G. H., & Park, M. S. (2011). STEM integration: Teacher perceptions and practice. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 1(2), 1-13. <https://doi.org/10.5703/1288284314636>
- White, D. W. (2014). What is STEM education and why is it important. *Florida Association of Teacher Educators Journal*, 1(14), 1-9.
- Wiebe, E., Unfried, A., & Faber, M. (2018). The relationship of STEM attitudes and career interest. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(10), 2-17. <https://doi.org/10.29333/ejmste/92286>
- Wieseler, B., & McGauran, N. (2010). Reporting a systematic review. *Chest*, 137(5), 1240-1246.

- Williams, M., Lively, M., & Harper, J. (1994). Higher order thinking skills: Tools for bridging the gap. *Foreign Language Annals*, 27(3), 405-426.
- Wohlin, C. (2014). guidelines for snowballing in systematic literature studies and a replication in software engineering. In *Proceedings of the 18th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering*, (pp. 1–10) London, UK.
- Wright, R. W., Brand, R. A., Dunn, W., & Spindler, K. P. (2007). How to write a systematic review. *Clinical Orthopaedics and Related Research®*, 455, 23-29.
- Yalçın, V., & Erden, Ş. (2021). The effect of STEM activities prepared according to the design thinking model on preschool children's creativity and problem-solving skills. *Thinking Skills and Creativity*, 41, 1-14.
- Yıldırım, B., & Türk, C. (2018). The effectiveness of argumentation-assisted STEM practices. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 13(3), 259-274.
- Ying, X. (2019, February). An overview of overfitting and its solutions. In *Journal of physics: Conference series* (Vol. 1168, No. 2, p. 022022). IOP Publishing.
- York, S., Lavi, R., Dori, Y. J., & Orgill, M. (2019). Applications of systems thinking in STEM Education. *Journal of Chemical Education*, 96(12), 2742-2751. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00261>
- Young, J., Young, J., & Witherspoon, T. (2019). Informing informal STEM learning: Implications for mathematics identity in African American students. *Journal of Mathematics Education*, 12(1), 39-56. <https://doi.org/10.26711/007577152790037>
- Zeng, Z., Yao, J., Gu, H., & Przybylski, R. (2018). A meta-analysis on the effects of STEM education on students' abilities. *Science Insights Education Frontiers*, 1(1), 3-16.
- Zhou, J. (2010). *What is STEM?* (Doctoral dissertation) Ohio University, USA.

Zollman, A. (2012). Learning for STEM literacy: STEM literacy for learning. *School Science and Mathematics*, 112(1), 12-19.

EK-A: Araştırma Etik Komisyonu Onay Bildirimi

Tarih: 05/05/2022
Sayı: E-35853172-300-00002164611
00002164611



T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Rektörlük

Sayı : E-35853172-300-00002164611
Konu : Etik Komisyon İzni (Şeyma IRMAK)

5.05.2022

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgi: 12.04.2022 tarihli ve E-51944218-300-00002132052 sayılı yazınız.

Enstitünüz Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Fen Bilgisi Eğitimi doktora programı öğrencilerinden Şeyma IRMAK'ın, Prof. Dr. Fitnat KAPTAN danışmanlığında yürüttüğü "**Fen Bilgisi Eğitiminde STEM Eğitimi Araştırmalarının Etkinliği Üzerine Bir Meta Analiz Çalışması**" başlıklı tez çalışması Üniversitemiz Senatosu Etik Komisyonunun 26 Nisan 2022 tarihinde yapmış olduğu toplantıda incelenmiş olup, etik açıdan uygun bulunmuştur.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Prof. Dr. Vural GÖKMEN
Rektör Yardımcısı

EK-B: Etik Beyanı

Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında,

- * tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- * görsel, işitsel ve yazılı bütün bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- * başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- * atıfta bulunduğum eserlerin bütününe kaynak olarak gösterdiğimi,
- * kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- * bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversitede veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

25/01/2023

Şeyma IRMAK

EK-C: Doktora Tez Çalışması Orijinallik Raporu

25/01/2023

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Matematik ve Fen Bilgisi Eğitimi Ana Bilim Dalı Ana Bilim Dalı Başkanlığına,

Tez Başlığı : STEM Eğitiminin Etkisinin Sistemik Derleme, Veri Madenciliği Ve Meta-Analiz Yoluyla İncelenmesi

Yukarıda başlığı verilen tez çalışmamın tamamı (kapak sayfası, özetler, ana bölümler, kaynakça) aşağıdaki filtreler kullanılarak Turnitin adlı intihal programı aracılığı ile kontrol edilmiştir. Kontrol sonucunda aşağıdaki veriler elde edilmiştir:

Rapor Tarihi	Sayfa Sayısı	Karakter Sayısı	Savunma Tarihi	Benzerlik Oranı	Gönderim Numarası
25/01/2023	154	205290	23/01/2023	%4	1999053931

Uygulanan filtreler:

- Kaynaklar hariç
- Alıntılar dâhil
- 5 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esaslarını inceledim ve çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan eder, gereğini saygılarımla arz ederim.

Ad Soyadı: Şeyma Irmak

Öğrenci No.: N17243891

Ana Bilim Dalı: Matematik ve Fen Bilgisi Eğitimi Ana Bilim Dalı

İmza

Programı: Fen Bilgisi Eğitimi

Statüsü: Doktora

DANIŞMAN ONAYI

UYGUNDUR.

(Prof. Dr. Fitnat KAPTAN)

EK-Ç: Thesis/Dissertation Originality Report

25/01/2023

HACETTEPE UNIVERSITY
Graduate School of Educational Sciences
To The Department of Mathematics and Science Education

Thesis Title: Investigation of the Effect of STEM Education via Systematic Review, Data Mining and Meta-Analysis

The whole thesis that includes the *title page, introduction, main chapters, conclusions and bibliography section* is checked by using **Turnitin** plagiarism detection software take into the consideration requested filtering options. According to the originality report obtained data are as below.

Time Submitted	Page Count	Character Count	Date of Thesis Defense	Similarity Index	Submission ID
25/01/2023	154	205290	23/01/2023	%4	1999053931

Filtering options applied:

1. Bibliography excluded
2. Quotes included
3. Match size up to 5 words excluded

I declare that I have carefully read Hacettepe University Graduate School of Educational Sciences Guidelines for Obtaining and Using Thesis Originality Reports; that according to the maximum similarity index values specified in the Guidelines, my thesis does not include any form of plagiarism; that in any future detection of possible infringement of the regulations I accept all legal responsibility; and that all the information I have provided is correct to the best of my knowledge.

I respectfully submit this for approval.

Name Lastname: Şeyma İrmak

Student No.: N17243891

Department: Mathematics and Science Education

Program: Science Education

Status: Ph.D.

Signature

ADVISOR APPROVAL

APPROVED
(Prof. Dr. Fitnat KAPTAN)

EK-D: Yayınlama ve Fikrî Mülkiyet Hakları Beyanı

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kâğıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan "**Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge**" kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricince YÖK Ulusal Tez Merkezi / H.Ü. Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- Enstitü/Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren 2 yıl ertelenmiştir. ⁽¹⁾
- Enstitü/Fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren ... ay ertelenmiştir. ⁽²⁾
- Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir. ⁽³⁾

..... / /

(imza)

Şeyma IRMAK

"Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge"

- (1) Madde 6. 1. Lisansüstü teze ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.
- (2) Madde 6.2. Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internetten paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç; imkânı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.
- (3) Madde 7. 1. Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, tezin yapıldığı kurum tarafından verilir". Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlerle ilişkin gizlilik kararı ise, ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü veya fakültenin uygun görüşü üzerine üniversite yönetim kurulu tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.
Madde 7.2. Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir
*Tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu tarafından karar verilir.

