



STEM UYGULAMALARININ BİLİMSEL SÜREÇ BECERİLERİNE ETKİSİ: BİR META-ANALİZ ÇALIŞMASI

THE EFFECT OF STEM APPLICATIONS ON SCIENTIFIC PROCESS SKILLS: A META-ANALYSIS STUDY

İbrahim Yaşar KAZU¹ - Aslan KAPLAN²

Öz

STEM uygulamaları, bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesi, 21. yüzyıl becerilerinin desteklenmesi ve günümüz dünyasının ihtiyaç duyduğu çeşitli becerileri kapsamı bakımından popülerliğini sürdürmektedir. Bu araştırma, STEM uygulamalarının bilimsel süreç becerilerine etkisini inceleyen deneysel çalışmalardan elde edilen sonuçları, meta-analiz yöntemi ile analiz etmeyi ve çalışma karakteristiklerinin araştırmalara etkisini tespit etmeyi amaçlamaktadır. Araştırmanın çalışma karakteristikleri; yayım yılı, yayım türü, üniversite, enstitü, eğitim kademesi ve deneysel işlem süreleri olarak sıralanmaktadır. Araştırma kapsamında yurt içinde yapılmış lisansüstü tez çalışmaları incelenmiş olup dâhil edilme ölçütlerini karşılayan 22 tez meta-analiz çalışmalarına dâhil edilmiştir. Verilerin analizinde Comprehensive Meta Analysis istatistik programından faydalanılmıştır. Ulaşılan veriler Hedges'g katsayısı kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışmaların rastgele etkiler modeline göre birleştirilmesi sonucunda genel etki büyüklüğü 0,99 olarak belirlenmiştir. Araştırmadan elde edilen bulgulara göre STEM uygulamalarının bilimsel süreç becerilerine etkisinin pozitif yönde ve orta düzeyde ($g=0,992$) olduğu saptanmıştır. Bu durum, STEM uygulamalarının bilimsel süreç becerilerini olumlu yönde etkilediğine işaret etmektedir. Meta-analize dâhil edilen 22 etki büyüklüğünün tamamının pozitif değer içerdiği saptanmıştır. Zayıf etkinin yer almadığı çalışmalarda, yedi çalışma için küçük ve güçlü etki tespit edilirken; sekiz çalışmada ise orta düzeyde etki gözlemlenmiştir. Araştırmada moderatör değişkenlere göre çeşitli farklılıklar ortaya konmuştur. Yayım yılı, üniversite ve deneysel işlem süreleri bunlar arasında yer almaktadır.

Anahtar Kelimeler: Bilimsel Süreç Becerileri, Meta-Analiz, STEM Uygulamaları.

Abstract

STEM applications continue to be popular in terms of developing scientific process skills, supporting 21st century skills and covering various skills needed by today's world. This study aims to analyze the results obtained from experimental studies examining the effect of STEM applications on scientific process skills by meta-analysis method and to determine the effect of study characteristics on the studies. The study characteristics of the research are listed as year of publication, type of publication, university, institute, level of education and duration of experimental process. Within the scope of the research, postgraduate thesis studies conducted in Türkiye were examined and 22 theses that met the inclusion criteria were included in the meta-analysis. Comprehensive Meta-Analysis statistical programme was used to analyze the data. The data obtained were analyzed by using Hedges'g coefficient. As a result of combining the studies according to the random effects model, the overall effect size was determined as 0.99. According to the findings obtained from the study, it was determined that the effect of STEM applications on science process skills was positive and moderate ($g=0,992$). This indicates that STEM applications positively affect scientific process skills. All of the 22 effect sizes included in the meta-analysis were found to contain positive values. In the studies where weak effect was not included, small and strong effect was determined for seven studies, while moderate effect was observed in eight studies. In the study, various differences were revealed according to moderator variables. Year of publication, university and duration of experimental process are among these variables.

Keywords: Scientific Process Skills, Meta-Analysis, STEM Applications.

¹ Doç. Dr., Fırat Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Eğitim Bilimleri Bölümü, iykazu@firat.edu.tr, Orcid: 0000-0002-1039-0482

² Doktora Öğrencisi, Fırat Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Eğitim Bilimleri Bölümü, aslanakademik@gmail.com, Orcid: 000-0002-8583-0745

Makale Türü: Araştırma Makalesi – Geliş Tarihi:24.07.2023 – Kabul Tarihi: 17.12.2023

DOI:10.17755/esosder.1331946

Atıf için: *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 2024;23(89):234-255

Etik Kurul İzni: Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırmaları Etik Kurulu Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırmaları Etik Kurulu'nun 30.05.2023 tarih ve 2023/11 sayılı oturumunda etik kurallara uygun olduğuna oy birliğiyle karar verilmiştir.

Bu çalışma Creative Commons Atıf-Gayri Ticari 4.0 (CC BY-NC 4.0) kapsamında açık erişimli bir makaledir.



This work is an open access article under [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) (CC BY-NC 4.0).

GİRİŞ

Bilgi Çağı'nda yaşanan değişme ve gelişmeler birtakım paradigma değişikliğini de beraberinde getirmektedir. Günümüz dünyasında birçok ülkenin eğitim sisteminde üreten, ekonomiye katkı sunan, sosyal ve bilimsel gelişmelere duyarlı, 21.yüzyıl becerilerini içselleştiren bireylerin yetiştirilmesi amaçlanmaktadır. Bilgiyi istifleyen bireyler yerine bilgiyi aktif olarak kullanan, kendisine ve ülkeye yönelik artı bir değere dönüştüren bir anlayış bu bağlamda değerlendirilebilir. Gerek çağın gereksinimleri gerek teknolojideki hızlı değişimler ile birlikte bireylerden beklentiler de değişmektedir. Nitekim bilimsel araştırma ve sorgulama merakını kaybetmeyen, mevcut potansiyelini üretime odaklayan ve çeşitli buluşlar ile ülkeye doğrudan ya da dolaylı olarak katkı sunan bireyler bunlar arasında sayılmaktadır. Bu sebeple dünyada pek çok ülke, öğretim programları kapsamına fen bilimleri, teknoloji, mühendislik ile matematik derslerinin kazanımlarını bütüncül eksende görmelerine olanak tanıyan STEM (science, technology, engineering and mathematics) eğitimini dâhil etmektedir. STEM eğitimi, teorik bilgilerden pratiğe yönelimi, ürüne odaklanmayı ve özgün buluşlara alan açılmasını amaçlamaktadır (Benek ve Akçay, 2021; Elmas ve Adıgüzel-Ulutaş, 2022; Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü [YEGİTEK], 2016).

STEM kavramı, ilk olarak Amerika Ulusal Bilim Vakfı tarafından 1990'lı yıllarda SMET olarak ifade edilmiştir. 2001 yılına gelindiğinde ise STEM olarak ifade edilmeye başlanmıştır. Buna karşın STEM kavramının tarihinin 1990'lü yıllara kadar uzandığı bilinmektedir (Akgündüz, 2019). STEM eğitimi, terim olarak bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik alanları kapsamında bütüncül öğrenme ve öğretme anlamını içermektedir. Geniş bir perspektifi barındıran STEM, hem formal hem de informal eğitim kademelerinde, okul öncesi eğitimden başlayarak doktora ve sonrasına kadar tüm sınıf düzeylerindeki eğitim faaliyetlerini kapsamaktadır. STEM eğitimi, bütüncül bir eğitim yaklaşımı gözeterek bilgi ve becerilerin kazanılmasını hedeflemektedir. Böylece öğrenciler, yaşamda karşılaştığı problemlere karşı disiplinlerarası bakış açısı geliştirebilmektedirler (Gonzalez ve Kuenzi, 2012; Şahin, Ayar ve Adıgüzel, 2014). STEM uygulamaları ile ilgili olarak eğitimciler, iş dünyası liderleri ve yasa koyucular eğitimde STEM girişimlerini, öğrencilerin ilgisini çekmek ve öğrencilerin bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarındaki başarılarını arttırmak için ulusal bir strateji olarak kabul etmektedir. Bu bağlamda STEM eğitiminin temel amaçları (Thomas, 2014): (1) STEM okuryazarlığına sahip kişilerden meydana gelen ekip aracılığıyla iş gücü üretilmesini sağlamak, (2) STEM alanında mevcut çalışmaların devam etmesine önayak olmak, (3) ülkelere ekonomik anlamda katkı sunacak yenilikler üretmek ve (4) ilerleyen zamanlarda iş alanlarında yeterlilik sağlamak şeklinde sıralanabilir. STEM eğitiminde 21. yüzyıl becerileri arasında yer alan analitik ve eleştirel düşünme, etkili iletişim becerisi, iş birliğine yatkın bireylerin yetiştirilmesi ve yaratıcılığa endekslili bireylerin topluma kazandırılması önem arz eden konular arasında yer almaktadır (Akgündüz, 2019).

Çağın bireyleri, modern ekonomi karşısında nitelikli bir rekabet oluşturabilmek ve mevcut düzene uyum sağlayabilmek amacıyla karmaşık iletişim becerileri, sosyal yetenekler, yaratıcı problem çözme, öz yönetim ve sistem düşüncesi gibi çeşitli becerileri edinmelidirler. Bireylerin küresel bakış açıları ekseninde bu durumları anlamaları ve anlamlandırabilmeleri için gereken yeterlikler, ekonomi, politika ve kültürel değerlerle olduğu kadar STEM disiplinlerindeki bilgilerle de açık bir şekilde ilişkilidir. Nitelikli bir STEM eğitimi, öğrencileri ekonomi, tasarım, problem çözme ve bilimsel beceriler gibi birçoğu konuda anlayış geliştirmelerine ve teknoloji kullanımlarına öncülük etmektedir. Böylelikle bilgiyi özümseyen bilim okuryazarı bireylerin yetiştiği bir paradigmaya geçiş gerçekleşmektedir (Bybee, 2010).

Bilimsel süreç becerileri, öğrenmenin sürekliliğini arttıran, öğrencilere araştırma yeteneği aşılayan, öğrencilerin öğrenme sorumluluklarını almalarını ve öğrenme ortamında

etkin olmalarına olanak tanıyan yetenekler olarak ifade edilmektedir. Bu tanımda geçen söz konusu yetenekler üç grup altında incelenebilir. Bunlar (Akdeniz, 2019):

1) *Temel beceriler*: Zihin gelişimini destekleyen bu beceriler, daha üst seviyede bulunan yeterliklere kaynaklık ederek gelişimlerine öncülük etmektedir. Sayı ve uzay ilişkisi, verilerin kaydedilmesi, sınıflandırma, ölçme ve gözlem bu beceriler arasındadır.

2) *Nedensel beceriler*: Öğrencilere test etme olanağı sunan çalışmaları kapsamaktadır. Yordama, değişkenleri belirleme ve önceden kestirme ile ilgili becerilerden oluşmaktadır.

3) *DeneySEL beceriler*: Üst düzey düşünme becerisi gerektiren deneysel süreçler, önceden elde edilmiş becerilerin devamı niteliğinde düşünülebilir. Bir tür problem çözme olarak adlandırabileceğimiz deney, genel anlamda hipotez ya da teorinin test edilmesinde yararlanır. Deney yapılması, model oluşturulması, hipotezlerin kurulması, değişkenlerin değişimi ve kontrol edilmesi ile karar verme süreçleri sözü edilen beceriler arasında bulunmaktadır.

Meta-analiz, belirli bir konu kapsamında birbirinden bağımsız birden fazla çalışmanın olası bulgularını birleştiren ve elde edilen araştırma bulgularının istatistiksel analizini işe koşma yöntemi olarak adlandırılmaktadır. Günümüzde bilimsel araştırmaların hızla arttığı bilinen bir gerçektir. Belirli bir konu ekseninde yapılan bağımsız çalışmaların sonuçları büyük ölçüde birbirinden farklılaştığı göz önüne alındığında bu bilgi kümelerinin belirli ölçütler kapsamında yorumlanması ve yeni çalışmalara önderlik etmesi için güvenilir ve birleştirici çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Meta-analiz çalışmaları aracılığıyla alanyazında yapılmış çalışmaların genel gidişatı belirlenebilir ve ileride yapılması planlanan araştırmalar için ufuk açmakla kalmayıp aynı zamanda ilgili literatür kapsamında bir kılavuz görevi görebilir (Akgöz, Ercan ve Kan, 2004; Field ve Gillett, 2010; Özkaya, 2021). Glass (1976) ise diğer bir tanımla Meta-analizi, analizlerin analizi olarak ifade etmekte olup çok sayıda bireysel çalışmalardan elde edilen bulguların bütünleştirilmesi amacıyla elde edilen kapsamlı istatistiksel analiz sonuçları olarak değerlendirmektedir. Glass'ın vurgulamak istediği temel nokta ise Meta-analiz sayesinde mevcut araştırmaların hızla büyüyen literatür kapsamında anlamlandırılabilmesidir.

Son yıllarda gerek endüstri gerek ekonomi özelinde uluslararası arenada yaşanan değişim ve gelişmeler matematik, fen, mühendislik ve teknoloji alanlarında var olan önemin artmasına sebep olmuştur. Bu atmosferde gelişen STEM uygulamaları, çağımızın önemli eğitim enstrümanları arasında bulunmaktadır. Alanyazın (Abanoz, 2020; Akçay, 2018; Akın, 2019; Akkuş-Çiftçi, 2021; Atik, 2019; Aydın, 2019; Bahşi, 2019; Bal, 2018; Behram, 2019; Çilengir-Gültekin, 2019; Çimentepe, 2019; Doğan, 2019; Duygu, 2018; Ezgi-Keteci, 2021; Gökbayrak, 2017; İzgi, 2020; Kale, 2019; Kalyoncu, 2021; Kapan, 2019; Koç, 2019; Köngül, 2019; Öcal, 2018; Özkul, 2021; Savaş, 2021; Ş. Kavak, 2020; Taşdan-Akdağ, 2017; Tatlı, 2022; Uysal, 2018; Ünal, 2019; Yıldırım, 2021; Yılmaz, 2021) incelendiğinde STEM uygulamalarının bilimsel süreç becerilerine etkisinin araştırıldığı bir çok araştırma bulunmaktadır. Öte yandan STEM uygulamaları üzerine yapılan meta-analiz çalışmalarının (Değerli, 2021; Yüceliyiğit ve Toker, 2021) sınırlı sayıda olduğu görülmektedir. Bu çalışma ile STEM uygulamalarının bilimsel süreç becerilerine etkisi üzerine yapılan araştırmaları geniş bir perspektifte anlamlandırabilmek ve güvenilir sonuçlara ulaşabilmek için meta-analiz yöntemine başvurulmuştur. Araştırmanın alana ilgi duyan araştırmacı ile uygulamacılara rehber olması, STEM farkındalığının artırılması ve bilimsel süreç becerilerinin desteklenmesi bağlamında önem teşkil ettiği düşünülmektedir. Araştırma kapsamında yer alan çalışmaların etki büyüklükleri hesaplanarak STEM uygulamalarının bilimsel süreç becerilerine etkisi test edilmiştir. Araştırmanın amacı STEM uygulamalarının bilimsel süreç becerilerine etkisini inceleyen araştırmaların meta-analiz yöntemiyle analiz edilmesi ve belirlenen çalışma

karakteristiklerinin araştırmaya etkisini saptamaktır. Bu temel amaç çerçevesinde araştırmanın alt amaçlarına yanıt aranmıştır:

1. STEM uygulamalarının bilimsel süreç becerilerine etkisi nedir?
2. STEM uygulamalarının bilimsel süreç becerilerine etkisi çalışmaların yayım yılı açısından farklılaşmakta mıdır?
3. STEM uygulamalarının bilimsel süreç becerilerine etkisi çalışmaların yayım türü açısından farklılaşmakta mıdır?
4. STEM uygulamalarının bilimsel süreç becerilerine etkisi çalışmaların yürütüldüğü üniversitelere göre farklılaşmakta mıdır?
5. STEM uygulamalarının bilimsel süreç becerilerine etkisi çalışmaların yürütüldüğü enstitülere göre farklılaşmakta mıdır?
6. STEM uygulamalarının bilimsel süreç becerilerine etkisi çalışmaların yapıldığı eğitim kademelerine göre farklılaşmakta mıdır?
7. STEM uygulamalarının bilimsel süreç becerilerine etkisi çalışmaların deneysel işlem sürelerine göre farklılaşmakta mıdır?

YÖNTEM

Araştırma Modeli

Araştırmada STEM uygulamalarının bilimsel süreç becerilerine etkisini ortaya koymak amacıyla meta-analiz yönteminden faydalanılmıştır. Meta-analiz, bireysel çalışmalardan hareketle elde edilen bilgileri bir araya getirerek etki büyüklüğü bağlamında sentezleme ve yorumlama amacıyla kullanılan istatistiksel yöntemdir (Card, 2012). Dinçer (2022) ise meta-analizi, farklı çalışmalardan toplanan sonuçların birleştirilerek genel bir sonuca ulaşılabilmesi amacıyla yapılan analiz şeklinde ifade etmektedir.

Verilerin Toplanması

STEM uygulamalarının bilimsel süreç becerilerine etkisinin belirlenmesi amacıyla yurtiçinde yapılmış lisansüstü tezler araştırma kapsamına dâhil edilmiştir. Bu amaç ışığında Yükseköğretim Kurulu (YÖK) Ulusal Tez Merkezi veri tabanına “STEM”, “STEAM”, “FeTeMM”, bilimsel süreç”, “bilimsel süreç becerileri”, “science process” ve “science process skills” anahtar kelimeleri yazılarak tarama gerçekleştirilmiştir. Genel tarama sonucunda listelenen 1813 tez içerisinden, izinli tam metinlerin sayısı 1655 olarak belirlenmiştir. İkili kombinasyonlarla tarama neticesinde 38 tez çalışmasına ulaşılmıştır. Ardından betimsel istatistik ve tarama stratejisi gereği 28 çalışma elde edilmiştir. Son olarak dâhil edilme ltlerini karşılayan 22 tez çalışması meta-analiz süreci kapsamına alınmıştır. Bu çalışmalardan toplam 22 etki büyüklüğüne ulaşılmıştır. Araştırmaya dâhil edilen 22 tez çalışmasında deneysel işleme tabi tutulan toplam 855 denek bulunmaktadır. Araştırmada Moher vd. (2009), tarafından sunulan akış diyagramı şekil 1’de gösterilmektedir.



Şekil 1. Akış Diyagramı

Dâhil Edilme Kriterleri

STEM uygulamalarının bilimsel süreç becerilerine etkisi adlı meta-analiz çalışması kapsamında belirlenen dâhil edilme kriterleri aşağıda belirtilmiştir:

- Araştırmanın Ulusal Tez Merkezinde bulunan lisansüstü çalışmalardan oluşması,
- Araştırmanın tam metnine erişimin ulaşılabilir olması,
- Araştırmanın deneysel ya da yarı deneysel çalışmalardan oluşması,
- Etki büyüklüğünün hesaplanmasına olanak tanıyan deney ve kontrol grubuna ait aritmetik ortalama, standart sapma ve örneklem büyüklüğünü içeren istatistiksel bilgilerin ulaşılabilir olması,
- Araştırmanın Türkçe ya da İngilizce dillerinden herhangi birinde yazılarak bilgisayar ortamında taranıyor olması.

Çalışma Karakteristikleri

STEM uygulamalarının bilimsel süreç becerilerine etkisi adlı meta-analiz çalışması kapsamında belirlenen çalışma karakteristikleri; yayım yılı, yayım türü, üniversite, enstitü, eğitim kademesi ve deneysel işlem sürelerinden oluşmaktadır.

Verilerin Kodlanması

Araştırma kapsamında deneysel ya da yarı deneysel çalışmalardan elde edilen betimsel bilgileri içeren aritmetik ortalama, standart sapma ve örneklem büyüklüğü, araştırmacılar tarafından Microsoft Excel yardımıyla oluşturulan kodlama formuna sistematik bir plan dâhilinde ve titizlikle incelenerek kodlanmıştır.

Kodlamanın Geçerlik ve Güvenirliği

Araştırmanın geçerlik ve güvenirliliğini sağlamak amacıyla uzman görüşüne başvurulmuştur. Uzman görüşlerinden alınan geri bildirimler doğrultusunda düzeltmelere gidilmiş olup çalışma karakteristikleri bu doğrultuda belirlenmiştir. Araştırma kapsamına yer alan tez çalışmaları belirli aralıklarla araştırmacılar tarafından kontrol edilmiştir. Verilerin analizinde ise Miles ve Huberman (1994) tarafından gerçekleştirilen güvenirlilik formülü [Güvenirlilik = (Görüş Birliği / (Görüş Birliği + Görüş Ayrılığı)) x 100] ekseninde hareket edilmiştir. Kodlayıcılar arası güvenirlilik uyumu %95 olarak bulunmuştur. Nitekim bulunan oran, Neuendorf'a (2002) göre kodlayıcılar arasında güvenirlilik değerlerinin kabul edilebilir ölçüde olduğuna işaret etmektedir.

Verilerin Analizi

Araştırmada meta-analize dâhil edilen çalışmaların etki büyüklüklerini belirlemek amacıyla Comprehensive Meta Analysis (CMA Version 3-Demo Sürüm) istatistik paket yazılımından faydalanılmıştır. Araştırmaya dâhil edilen örneklem göz önüne alındığında elde edilen etki büyüklüklerinin hesaplanması için Hedge's g katsayısı ölçüt alınmıştır (Şen, 2019). Anlamlılık düzeyi ise %95 olarak seçilmiştir. Etki büyüklüklerinin yorumlanması sırasında ise Cohen, Manion ve Morrison (2021) tarafından belirlenen etki büyüklüğü sınıflaması dikkate alınmıştır. İlgili sınıflama Tablo 1'de gösterilmektedir.

Tablo 1. Etki Büyüklüğü Sınıflaması

Aralık	Değer
0-0,20	Zayıf etki
0,21-0,50	Küçük etki
0,51-1,00	Orta etki
>1.00	Güçlü etki

Araştırma Etiği

Bu akademik çalışma, yayın ve araştırma etiğine uygun bir şekilde hazırlanmıştır. Çalışma esnasında faydalanılan kaynaklar usulüne uygun bir şekilde kaynakçada gösterilmiştir. Fırat Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Etik Kurulunun 30.05.2023 tarih ve 2023-11 sayılı yazısı ile etik açıdan uygun görülmüştür.

BULGULAR

Bu bölümde meta-analize dâhil edilen 22 tez çalışmasına ait veriler ile araştırmanın bağımsız değişkenlerini içeren çalışma karakteristiklerinin frekans ve yüzde tabloları yer almaktadır. Çalışmaların yayım yıllarına ait frekans ve yüzde değerleri Tablo 2'de belirtilmektedir.

Tablo 2. Çalışmaların Yayım Yıllarına Ait Frekans ve Yüzde Değerleri

Yıl	f	%
2017	2	9,09
2018	3	13,64
2019	12	54,54
2020	2	9,09
2021	3	13,64
Toplam	22	100

Tablo 2’de görüldüğü gibi araştırmaya dâhil edilen çalışmalar 2017-2021 yılları aralığında yer almaktadır. En fazla çalışmanın 2019 yılında (n:12), en az çalışmanın ise 2017 ve 2020 yıllarında yapıldığı görülmektedir. Çalışmaların yayım türlerine ait frekans ve yüzde değerleri Tablo 3’te gösterilmektedir.

Tablo 3. Çalışmaların Yayım Türlerine Ait Frekans ve Yüzde Değerleri

Tür	f	%
Yüksek lisans	19	86,36
Doktora	3	13,64
Toplam	22	100

Tablo 3’te görüldüğü üzere araştırmaya dâhil edilen yüksek lisans tez çalışmaları (n:19), doktora tez çalışmalarının (n:3) altı katından daha fazladır. Çalışmaların yürütüldüğü üniversitelere ait frekans ve yüzde değerleri Tablo 4’te belirtilmektedir.

Tablo 4. Çalışmaların Yürütüldüğü Üniversitelere Ait Frekans ve Yüzde Değerleri

Üniversite	f	%
Adıyaman	1	4,54
Afyon Kocatepe	1	4,54
Ağrı İbrahim Çeçen	1	4,54
Aydın Adnan Menderes	1	4,54
Balıkesir	1	4,54
Bolu Abant İzzet Baysal	1	4,54
Çukurova	1	4,54
Fırat	2	9,09
Hatay Mustafa Kemal	1	4,54
İstanbul Aydın	1	4,54
Kırıkkale	1	4,54
Manisa Celal Bayar	1	4,54
Marmara	2	9,09
Muğla Sıtkı Koçman	1	4,54
Niğde Ömer Halis Demir	1	4,54
Ondokuz Mayıs	1	4,54
Uşak	1	4,54
Yıldız Teknik	1	4,54
Yüzüncü Yıl	1	4,54
Zonguldak Bülent Ecevit	1	4,54
Toplam	22	100

Tablo 4’te görüldüğü gibi araştırmaya dâhil edilen çalışmalar, Fırat ve Marmara üniversitelerinde (n:2), diğer üniversitelere (n:1) oranla iki katı olarak görülmektedir. Çalışmaların yürütüldüğü enstitülere ait frekans ve yüzde değerleri Tablo 5’te gösterilmektedir.

Tablo 5. Çalışmaların Yürütüldüğü Enstitülere Ait Frekans ve Yüzde Değerleri

Enstitü	f	%
Eğitim bilimleri	5	22,73
Fen bilimleri	12	54,54
Sosyal bilimler	5	22,73
Toplam	22	100

Tablo 5'te görüldüğü üzere araştırmaya dâhil edilen çalışmalar, fen bilimleri enstitüsünde (n:12), eğitim bilimleri ve sosyal bilimler enstitüsüne (n:5) kıyasla iki katından fazla olarak görülmektedir. Çalışmaların yapıldığı eğitim kademelerine ait frekans ve yüzde değerleri Tablo 6'da belirtilmektedir.

Tablo 6. Çalışmaların Yapıldığı Eğitim Kademelerine Ait Frekans ve Yüzde Değerleri

Kademe	f	%
Okul öncesi	4	18,18
İlkokul	1	4,55
Ortaokul	11	50,00
Üniversite	6	27,27
Toplam	22	100

Tablo 6'da görüldüğü gibi araştırmaya dâhil edilen çalışmalar, en fazla ortaokul kademesinde (n:11), en az ise ilkokul kademesinde (n:1) yürütülmüştür. Çalışmaların deneysel işlem sürelerine ait frekans ve yüzde değerleri Tablo 7'de gösterilmektedir.

Tablo 7. Çalışmaların Deneysel İşlem Sürelerine Ait Frekans ve Yüzde Değerleri

Deneysel İşlem Süreleri	f	%
1-3 Hafta	1	4,50
4-6 Hafta	7	31,80
7-9 Hafta	4	18,20
10-12 Hafta	6	27,30
13 Hafta ve üzeri	4	18,20
Toplam	22	100

Tablo 7'de görüldüğü üzere araştırmaya dâhil edilen çalışmalar, deneysel işlem süreleri bakımından 4-6 hafta (n:7) aralığında en yüksek; 1-3 hafta (n:1) aralığında ise en düşük orana sahiptir. Çalışmaların etki büyüklüğü analizinin birleştirilmemiş bulguları Tablo 8'de belirtilmektedir.

Tablo 8. Çalışmaların Etki Büyüklüğü Analizinin Birleştirilmemiş Bulguları

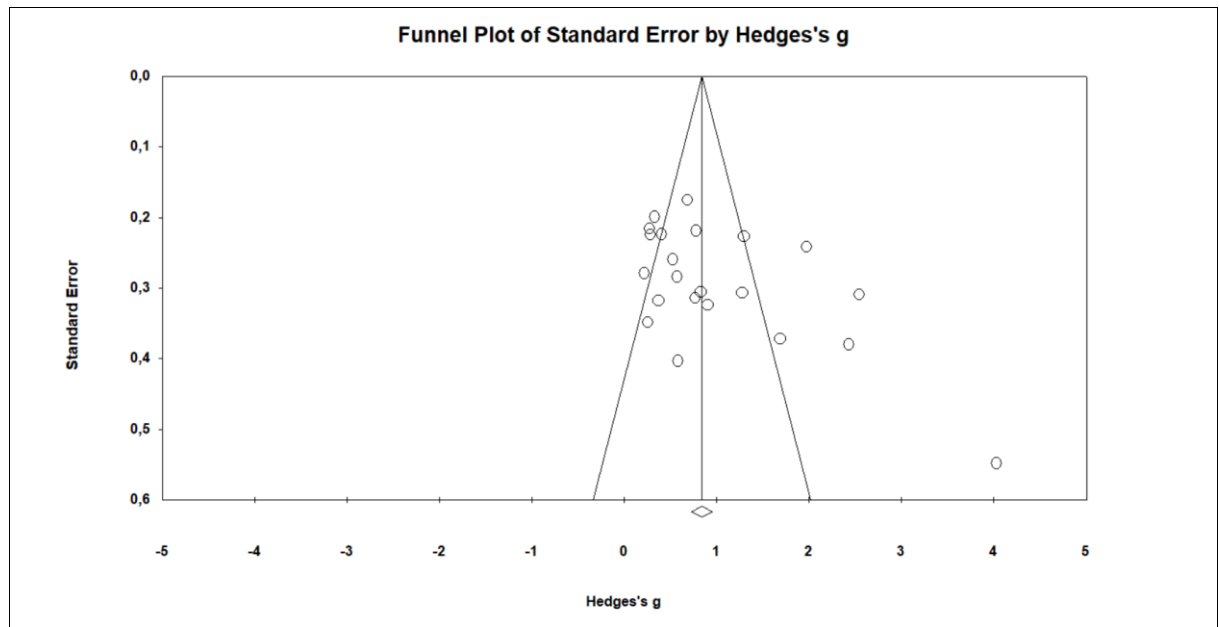
No	Yazar	Etki Büyüklüğü	%95 Güven Aralığı		Çalışma Ağırlığı
			Alt Sınır	Üst Sınır	
1	Taşdan-Akdağ (2017)	2,431	1,686	3,175	4,12
2	Gökbayrak (2017)	0,572	0,015	1,129	4,61
3	Uysal (2018)	0,329	-0,061	0,720	5,00
4	Duygu (2018)	0,686	0,343	1,029	5,09
5	Akçay (2018)	0,904	0,269	1,539	4,41
6	Yılmaz (2019)	0,404	-0,035	0,842	4,89
7	Bahşi (2019)	0,259	-0,425	0,942	4,28
8	Çimentepe (2019)	0,829	0,230	1,428	4,50
9	Kapan (2019)	1,972	1,499	2,445	4,82
10	Doğan (2019)	0,276	-0,148	0,699	4,93
11	Behram (2019)	0,286	-0,154	0,726	4,89
12	Koç (2019)	2,541	1,936	3,147	4,49
13	Köngül (2019)	1,298	0,854	1,742	4,88
14	Çilengir-Gültekin (2019)	4,030	2,956	5,103	3,26
15	Kale (2019)	0,218	-0,329	0,765	4,63
16	T. Kavak (2019)	0,772	0,156	1,388	4,46
17	Akın (2019)	0,374	-0,249	0,996	4,44

18	İzgi (2020)	1,278	0,677	1,878	4,50
19	Ş. Kavak (2020)	1,688	0,959	2,418	4,16
20	Akkuş-Çiftçi (2021)	0,527	0,018	1,035	4,73
21	Keteci (2021)	0,781	0,352	1,210	4,92
22	Yıldırım (2021)	0,581	-0,209	1,370	3,99

Tablo 8’de görüldüğü gibi meta-analize dâhil edilen 22 etki büyüklüğü değerinin tamamı pozitif çıkmıştır. Cohen, Manion ve Morrison (2021) tarafından geliştirilen etki büyüklüğü sınıflandırması dikkate alındığında yedi çalışmanın küçük etki (0,21-0,50), sekiz çalışmanın orta etki (0,51-1,00) ve yedi çalışmanın ise güçlü etki (>1,00) düzeyinde olduğu görülmektedir. Öte yandan en küçük etki büyüklüğü değeri 0,218 iken; en büyük etki büyüklüğü değerinin 4,030 düzeyinde olduğu saptanmıştır.

Yayın Yanlılığı

Meta-analiz çalışmasında yayın yanlılığını test etmek için oluşturulan Huni Grafiği Şekil 2’de gösterilmektedir.



Şekil 2. Etki Büyüklüklerini İçeren Huni Grafiği

Şekil 2’deki Huni Grafiği incelendiğinde çalışmaların etki büyüklüklerinin asimetrik olarak dağılmadığı görülmektedir. Yayın yanlılığı olup olmadığını test etmek için ayrıca Classic fail-safe N ile Orwin’s fail safe N istatistiğine başvurulmuştur. Classic fail-safe N istatistiğinde hesaplanan 120’den (5k+10) daha büyük etki büyüklüğünün geçersiz kılınması için 1413 çalışmanın gerekli olduğu ortaya konmuştur. Öte yandan Orwin’s fail safe N istatistiğinde Hedge’s g değerini önemsiz bir değere (0,001) düşürmek için 8498 eksik çalışmaya ihtiyaç duyulduğu saptanmıştır. Dolayısıyla ilgili bulgular incelendiğinde meta-analiz çalışmasının yayım yanlılığı içermediği sonucuna varılmıştır (Dinçer, 2022; Rosenthal, 1979; Şen ve Yıldırım, 2020).

Birinci Alt Amaca İlişkin Bulgular

Araştırmanın birinci alt amacında “STEM uygulamalarının bilimsel süreç becerilerine etkisi nedir?” sorusuna cevap aranmaktadır. İlgili sorunun cevaplanmasına istinaden etki büyüklüğünün hesaplanmasında kullanılacak analiz modeli için sabit etkiler modeli ile

çalışmaların homojenliği saptanmaya çalışılmıştır. Sabit etkiler modeline göre genel etki büyüklüğü ve çalışmaların homojenliğine dair bulgular Tablo 9’da gösterilmektedir.

Tablo 9. Sabit Etkiler Modeline Göre Genel Etki Büyüklüğü ve Çalışmaların Homojenliğine Dair Bulgular

Model Türü	Es	Df	Q	X ²	p	I ²	%95 Güven Aralığı	
							Alt	Üst
Sabit Etkiler Modeli	0,84	21	152,00	32,67	0,00	86,18	0,73	0,95

Tablo 9’da görüldüğü üzere meta-analize dâhil edilen çalışmaların sabit etkiler modeline göre homojenlik değeri Q=152,00 olarak bulunmuştur. X² tablosuna göz gezdirildiğinde 21 serbestlik derecesine %95 anlamlılık düzeyinde karşılık gelen değerin 32,67 olduğu görülmektedir. Q değerinin Ki-kare dağılımının değerini aştığı ve I² değerinin %86 olduğu tespit edilmiştir. Nitekim Higgins vd. (2003), I² değerinin %75’in üzerinde olduğu durumları yüksek düzeyde heterojenlik olarak nitelemektedir. Ayrıca heterojen testinin anlamlı (p=0,00; p<0,01) olduğu göz önüne alındığında çalışmalara ait etki büyüklüğü değerlerinin hesaplanması amacıyla sabit etkiler modeli yerine rastgele etkiler modelinin tercih edileceği belirlenmiştir (Dinçer, 2022). Rastgele etkiler modeline göre çalışmaların genel etki büyüklüğüne dair bulgular Tablo 10’da belirtilmektedir.

Tablo 10. Rastgele Etkiler Modeline Göre Çalışmaların Genel Etki Büyüklüğüne Dair Bulgular

Model Türü	N	Z	p	SE	ES	%95 Güven Aralığı	
						Alt	Üst
Rastgele Etkiler Modeli	22	6,35	0,00	0,15	0,99	0,68	1,29

Tablo 10’da görüldüğü gibi rastgele etkiler modeli ölçüt alınarak etki büyüklüğü değeri 0,15 standart hata ile 0,99 olarak bulunmuştur. Tablo 10’da %95 güven aralığı düzeyine göre etki büyüklüğü alt sınırı 0,68 ve üst sınırı ise 1,29 olarak hesaplanmıştır. İstatistiksel olarak anlamlı (p=0,00 ve p<0,01) olduğu görülmektedir. Ortalama etki büyüklüğü değerinin (+0,99) pozitif olması, işlem etkisinin deney grubu lehine olduğu anlamına gelmektedir. Dolayısıyla STEM uygulamalarının bilimsel süreç becerilerine etkisinin olumlu yönde olduğu ve Cohen, Manion ve Morrison’a (2021) göre orta düzeyde etki büyüklüğüne ulaşıldığına işaret etmektedir.

İkinci Alt Amaca İlişkin Bulgular

Araştırmanın ikinci alt amacında “STEM uygulamalarının bilimsel süreç becerilerine etkisi çalışmaların yayım yılı açısından farklılaşmakta mıdır?” sorusuna cevap aranmaktadır. Çalışmaların yayım yılı açısından etki büyüklükleri Tablo 11’de gösterilmektedir.

Tablo 11. Çalışmaların Yayım Yılı Açısından Etki Büyüklükleri

Moderatör Değişken	Qb	p	N	ES	%95 Güven Aralığı	
					Alt	Üst
Yayım Yılı	11,49	0,02				
2017			2	1,48	-0,33	3,30
2018			3	0,59	0,29	0,89
2019			12	1,05	0,54	1,55
2020			2	1,44	0,98	1,90
2021			3	0,66	0,35	0,96

Tablo 11’de görüldüğü üzere çalışmaların yayım yılları ölçüt alınarak oluşturulan gruplar arasındaki homojenlik değeri (Qb) 11,49 olarak bulunmuştur. X^2 tablosunda %95 anlamlılık düzeyi ve dört serbestlik derecesine karşılık gelen kritik değer ise 9,48 olarak belirlenmiştir. Gruplar arası homojenlik değerinin kritik değerden daha büyük olmasından dolayı çalışmaların yayım yıllarına göre oluşturulmuş gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur.

Üçüncü Alt Amaca İlişkin Bulgular

Araştırmanın üçüncü alt amacında “STEM uygulamalarının bilimsel süreç becerilerine etkisi çalışmaların yayım türü açısından farklılaşmakta mıdır?” sorusuna cevap aranmaktadır. Çalışmaların yayım türü açısından etki büyüklükleri Tablo 12’de belirtilmektedir.

Tablo 12. Çalışmaların Yayım Türü Açısından Etki Büyüklükleri

Moderatör Değişken	Qb	p	N	ES	%95 Güven Aralığı	
					Alt	Üst
Yayım Türü	0,50	0,47				
Yüksek lisans			19	0,92	0,61	1,24
Doktora			3	1,43	0,07	2,80

Tablo 12’de görüldüğü gibi çalışmaların yayım türü ölçüt alınarak oluşturulan gruplar arasındaki homojenlik değeri (Qb) 0,50 olarak bulunmuştur. X^2 tablosunda %95 anlamlılık düzeyi ve bir serbestlik derecesine karşılık gelen kritik değer ise 3,84 olarak belirlenmiştir. Gruplar arası homojenlik değerinin kritik değerden daha küçük olmasından dolayı çalışmaların yayım türüne göre oluşturulmuş gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Dördüncü Alt Amaca İlişkin Bulgular

Araştırmanın dördüncü alt amacında “STEM uygulamalarının bilimsel süreç becerilerine etkisi çalışmaların yürütüldüğü üniversitelere göre farklılaşmakta mıdır?” sorusuna cevap aranmaktadır. Çalışmaların yürütüldüğü üniversitelere göre etki büyüklükleri Tablo 13’te gösterilmektedir.

Tablo 13. Çalışmaların Yürütüldüğü Üniversitelere Göre Etki Büyüklükleri

Moderatör Değişken	Qb	p	N	ES	%95 Güven Aralığı	
					Alt	Üst
Üniversiteler	117,30	0,00				
Adıyaman			1	0,25	-0,42	0,94
Afyon Kocatepe			1	0,37	-0,24	0,99
Ağrı İbrahim Çeçen			1	0,52	0,01	1,03
Aydın Adnan Menderes			1	4,03	2,95	5,10
Balıkesir			1	0,27	-0,14	0,69
Bolu Abant İzzet Baysal			1	0,40	-0,03	0,84
Çukurova			1	1,68	0,95	2,41
Fırat			2	1,65	-0,07	3,39
Hatay Mustafa Kemal			1	1,27	0,67	1,87
İstanbul Aydın			1	0,28	-0,15	0,72
Kırıkkale			1	0,68	0,34	1,02
Manisa Celal Bayar			1	0,21	-0,32	0,76
Marmara			2	1,03	0,52	1,54
Muğla Sıtkı Koçman			1	0,90	0,26	1,53
Niğde Ömer Halis Demir			1	0,82	0,23	1,42
Ondokuz Mayıs			1	2,43	1,68	3,17
Uşak			1	0,32	-0,06	0,72
Yıldız Teknik			1	0,58	-0,20	1,37
Yüzüncü Yıl			1	0,57	0,01	1,12
Zonguldak Bülent Ecevit			1	1,97	1,49	2,44

Tablo 13'te görüldüğü üzere çalışmaların yürütüldüğü üniversitelere göre oluşturulan gruplar arasındaki homojenlik değeri (Qb) 117,30 olarak bulunmuştur. X^2 tablosunda %95 anlamlılık düzeyi ve 19 serbestlik derecesine karşılık gelen kritik değer ise 30,14 olarak belirlenmiştir. Gruplar arası homojenlik değerinin kritik değerden daha büyük olmasından dolayı çalışmaların yürütüldüğü üniversitelere göre oluşturulmuş gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur.

Beşinci Alt Amaca İlişkin Bulgular

Araştırmanın beşinci alt amacında “STEM uygulamalarının bilimsel süreç becerilerine etkisi çalışmaların yürütüldüğü enstitülere göre farklılaşmakta mıdır?” sorusuna cevap aranmaktadır. Çalışmaların yürütüldüğü enstitülere göre etki büyüklükleri Tablo 14'te belirtilmektedir.

Tablo 14. Çalışmaların Yürütüldüğü Enstitülere Göre Etki Büyüklükleri

Moderatör Değişken	Qb	p	N	ES	%95 Güven Aralığı	
					Alt	Üst
Enstitüler	0,73	0,69				
Eğitim bilimleri			5	1,05	0,50	1,60
Fen bilimleri			12	0,87	0,48	1,26
Sosyal bilimler			5	1,32	0,26	2,37

Tablo 14’te görüldüğü üzere çalışmaların yürütüldüğü enstitülere göre oluşturulan gruplar arasındaki homojenlik değeri (Qb) 0,73 olarak bulunmuştur. X^2 tablosunda %95 anlamlılık düzeyi ve iki serbestlik derecesine karşılık gelen kritik değer ise 5,99 olarak belirlenmiştir. Gruplar arası homojenlik değerinin kritik değerden daha küçük olmasından dolayı çalışmaların yürütüldüğü enstitülere göre oluşturulmuş gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Altıncı Alt Amaca İlişkin Bulgular

Araştırmanın altıncı alt amacında “STEM uygulamalarının bilimsel süreç becerilerine etkisi çalışmaların yapıldığı eğitim kademelerine göre farklılaşmakta mıdır?” sorusuna cevap aranmaktadır. Çalışmaların yapıldığı eğitim kademelerine göre etki büyüklükleri Tablo 15’te gösterilmektedir.

Tablo 15. Çalışmaların Yapıldığı Eğitim Kademelerine Göre Etki Büyüklükleri

Moderatör Değişken	Qb	p	N	ES	%95 Güven Aralığı	
					Alt	Üst
Eğitim Kademeleri	7,30	0,06				
Okul öncesi			4	1,58	0,20	2,97
İlkokul			1	0,77	0,15	1,38
Ortaokul			11	1,11	0,65	1,58
Üniversite			6	0,53	0,34	0,72

Tablo 15’te görüldüğü üzere çalışmaların eğitim kademelerine göre oluşturulan gruplar arasındaki homojenlik değeri (Qb) 7,30 olarak bulunmuştur. X^2 tablosunda %95 anlamlılık düzeyi ve üç serbestlik derecesine karşılık gelen kritik değer ise 7,81 olarak belirlenmiştir. Gruplar arası homojenlik değerinin kritik değerden daha küçük olmasından dolayı çalışmaların eğitim kademelerine göre oluşturulmuş gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Yedinci Alt Amaca İlişkin Bulgular

Araştırmanın yedinci alt amacında “STEM uygulamalarının bilimsel süreç becerilerine etkisi çalışmaların deneysel işlem sürelerine göre farklılaşmakta mıdır?” sorusuna cevap aranmaktadır. Çalışmaların deneysel işlem sürelerine göre etki büyüklükleri Tablo 16’da belirtilmektedir.

Tablo 16. Çalışmaların Deneysel İşlem Sürelerine Göre Etki Büyüklükleri

Moderatör Değişken	Qb	p	N	ES	%95 Güven Aralığı	
					Alt	Üst
Deneysel İşlem Süreleri	11,21	0,02				
1-3 Hafta			1	0,21	-0,32	0,76
4-6 Hafta			7	0,90	0,40	1,40
7-9 Hafta			4	1,84	0,90	2,77
10-12 Hafta			6	0,58	0,37	0,78
13 Hafta ve üzeri			4	1,23	0,16	2,30

Tablo 16’da görüldüğü gibi çalışmaların deneysel işlem sürelerine göre oluşturulan gruplar arasındaki homojenlik değeri (Qb) 11,21 olarak bulunmuştur. X^2 tablosunda %95

anamlılık düzeyi ve dört serbestlik derecesine karşılık gelen kritik değer ise 9,48 olarak belirlenmiştir. Gruplar arası homojenlik değerinin kritik değerden daha büyük olmasından dolayı çalışmaların deneysel işlem sürelerine göre oluşturulmuş gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur.

TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

Eğitim paradigmasında yaşanan çağcıl gelişmeler göz önüne alındığında gerek gündelik gerek akademik hayatta yaşanan problemlere çözüm bulabilmek amacıyla geleneksel eğitim uygulamalarının yeterli olmadığı görülmektedir. Tek bir disipline odaklanan eğitim anlayışlarının çözüme katkı sunmada yetersiz kalması farklı eğitim uygulamalarının işe koşulmasını zorunlu kılmaktadır. Bu bağlamda STEM uygulamaları çözüme ulaşmak için bir alternatif olarak görülebilir. STEM uygulamalarının bir başka boyutu ise teorik olarak savunduğu ilkelere ileri gelmektedir. Eleştirel düşünme, problem çözme, tasarım, üretim, girişimcilik, özgünlük, analitik düşünme, akıl yürütme, matematiksel kavramlar ve bilimsel süreç becerilerini destekleyen STEM uygulamalarının, teorik yapıyı uygulama düzeyinde bütünleştirilmesi, bilimsel süreç becerilerini yönlendirmesi ve 21. yüzyıl becerilerinin alt yapısını oluşturan sürece katkı sunması dolayısıyla öğrenciler açısından faydalı olacağı öngörülmektedir (Çepni ve Ormancı, 2018; Pekşen-Süslü, 2021; Uyanık-Aktulun, 2022). Bu kontekste STEM uygulamalarının bilimsel süreç becerilerine etkisi, analizlerin analizi olarak ifade edilen (Glass, 1976) meta analiz ile kapsamlı olarak incelenmiştir.

STEM uygulamalarının bilimsel süreç becerilerine etkisi incelendiğinde Cohen, Manion ve Morrison (2021) tarafından belirlenen etki büyüklüğü sınıflamasına göre büyük etkiye çok yakın olmakla birlikte orta düzeyde ve pozitif yönde etki değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgu, STEM uygulamalarının bilimsel süreç becerilerine etkisinin olumlu yönde olduğuna işaret etmektedir. Diğer bir deyişle STEM uygulamalarının; gözlem yapma, sınıflama, ölçme, verileri kaydetme, denence oluşturma, verileri aktif kullanma, model oluşturma, problem çözme, değişkenleri belirleme ve kontrol etme ile deney yapma gibi bilim insanlarının araştırmaları süresince etkin olarak kullandıkları becerileri geliştirdiği söylenebilir (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2017). Alanyazın (Abanoz, 2020; Atik, 2019; Aydın, 2019; Bal, 2018; Kalyoncu, 2021; Öcal, 2018; Özkul, 2021; Savaş, 2021; Tatlı, 2022; Ünal, 2019) incelendiğinde STEM uygulamalarının bilimsel süreç becerilerine etkisinin olumlu yönde desteklendiği birçok araştırmaya rastlamak mümkündür. Öte yandan Değerli (2021) tarafından yapılan meta-analiz çalışmasında ise STEM eğitiminin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirmede olumlu yönde ve geniş düzeyde etki ettiği sonucuna ulaşılmıştır. Bu bulgu, araştırmamızın sonucuyla örtüşmektedir. Lestari, Sarwi ve Sumarti (2018) tarafından yapılan araştırmada STEM faaliyetlerin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine olumlu etki ettiği belirtilmiştir. Kim, Belland ve Walker (2018) tarafından yürütülen meta-analiz çalışmasında ise STEM eğitiminin öğrencilerin üst düzey becerilerine katkı sunduğu ortaya konmuştur. Nitekim Bircan ve Çalışıcı (2022) ile Ş. Kavak (2020) tarafından yürütülen araştırmalarda, STEM uygulamalarının bilimsel süreç becerilerini olumlu etkilemesinin yanında eleştirel düşünme, iş birliği, iletişim, yaratıcılık ve paylaşım gibi 21. yüzyıl becerileri üzerinde de etkili olduğu saptanmıştır.

Yıldız (2022) tarafından yapılan çalışmada, STEM etkinliklerinin özel yetenekli öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine etkisi incelenmiştir. Söz konusu çalışmada STEM etkinliklerinin özel yetenekli öğrencilerin; gözlem, sınıflama, veriler kayıt altına alma, verileri kullanma, verileri yorumlama, ölçme, tahmin etme, model tasarlayabilme, sayı-uzay ilişkisi

kurma, değişkenleri saptama, deney yapma ve hipotez kurma becerilerinin gelişimine olumlu katkı sağladığı görülmüştür. Herdem ve Ünal (2018) tarafından STEM eğitimi üzerine yapılan meta-sentez çalışmasında ise öğrencilerin bilimsel süreç becerileri ile birlikte akademik başarı, tutum, kariyer bilinci ve mühendislik süreçlerine de olumlu etkileri dile getirilmiştir. Bununla birlikte STEM eğitime yönelik algıların genel anlamda fen kavramları etrafında şekillendiği belirtilmiştir. Dolayısıyla son dönemin önemli eğitim hareketlerinden biri olan STEM eğitimlerinin işlevsel olarak uygulanabilmesi ve farkındalığın geliştirilmesi için STEM eğitiminin fen alanına özel bir disiplin olduğu algısından uzaklaşılması gerekmektedir. Ayrıca STEM eğitimi ile ilgili görüşlerinin büyük bir çoğunluğunun olumlu olmasına karşın, öğretmenlerin ilgili alanda yeterince bilgiye sahip olmaması ve okullarda araç gereç, materyal ve donanım eksikliklerinin uygulama noktasında birtakım problemleri beraberinde getirdiği vurgulanmıştır. Tüm bu bulgular değerlendirildiğinde STEM uygulamalarının gerek problemlerin çözümünde gerek günümüz dünyasının ihtiyaç duyduğu 21. yüzyıl becerilerinin desteklenmesinde önemli rol oynadığı sonucuna varılmıştır.

STEM uygulamalarının bilimsel süreç becerilerine etkisi, çalışmaların yayım yılı açısından incelendiğinde tüm gruplardaki çalışmaların pozitif yönde olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgu, STEM uygulamalarının bilimsel süreç becerilerine etkisinin çalışmanın yürütüldüğü tüm yıllarda olumlu yönde etki gösterdiği şeklinde ifade edilebilir. Öte yandan yayım yılları bakımından etki büyüklüklerinin heterojen olması gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu anlamına gelmektedir. Ayrıca etki büyüklüğü 2017 yılında en yüksek, 2018 yılında ise en düşük değere sahip olup yıllara göre dalgalanmaların yaşandığı biçiminde yorumlanabilir. Kardeşah-Çakıcı, Kol ve Yaman (2021) tarafından STEM eğitimi üzerine yapılan meta-analiz çalışmasında benzer şekilde yıllara göre anlamlı bir farklılık söz konusudur. Bu farklılık 2018 yılına göre 2019 yılında belirgin bir etki büyüklüğü ile ifade edilmiştir. Dolayısıyla bu bulgu, STEM eğitiminin her geçen gün nicelik olarak artışıyla birlikte önemine de işaret etmektedir (Herdem ve Ünal, 2018; Uyar, Canpolat ve Şan, 2021).

STEM uygulamalarının bilimsel süreç becerilerine etkisi, çalışmaların yayım türü bakımından incelendiğinde her iki türün de pozitif yönde etki büyüklüğü içerdiği görülmektedir. Bu durum hem yüksek lisans hem de doktora düzeyindeki STEM uygulamalarının bilimsel süreç becerilerine olumlu etki ettiği şeklinde ifade edilebilir. Aynı zamanda çalışmaların yayım türlerine göre etki büyüklüklerinin homojen olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla doktora düzeyindeki çalışmaların etki büyüklüğü her ne kadar daha büyük olsa da aralarında anlamlı farkın olmadığı sonucuna varılmıştır. Bu durum, doktora düzeyindeki araştırmaların daha kapsamlı olması ve doktora araştırmacılarının araştırma sürecini özenle yönetmesinden kaynaklanıyor olabilir. Kardeşah-Çakıcı, Kol ve Yaman (2021) tarafından STEM eğitimi üzerine yapılan meta-analiz çalışmasında araştırmamızın sonuçlarını destekler nitelikte bulgulara rastlanmaktadır. İlgili çalışmada yüksek lisans ve doktora çalışmaları arasında anlamlı bir fark bulunmazken, doktora düzeyindeki çalışmaların etki büyüklüklerinin yüksek lisans düzeyindeki çalışmalara nazaran daha yüksek olduğu göze çarpmaktadır. Gümüş (2022) tarafından STEM uygulamaları üzerine yapılan meta-analiz çalışmasında ise yayım türü bakımından farklılığa rastlandığı görülmektedir. Bu bulgunun araştırmamızın sonuçlarıyla örtüşmemesinin nedenleri arasında ilgili çalışmada yüksek lisans ve doktora düzeyindeki çalışmalara ek olarak makale türünün de eklenmesi gösterilebilir.

STEM uygulamalarının bilimsel süreç becerilerine etkisi, çalışmaların yürütüldüğü üniversiteler açısından incelendiğinde tüm üniversitelerde yürütülen çalışmaların etki büyüklüklerinin pozitif yönde ve heterojen olduğu saptanmıştır. Bu bulgu, tüm üniversitelerde yürütülen STEM uygulamalarının bilimsel süreç becerilerine olumlu etki ettiği ve gruplar arasında anlamlı farkın olduğu anlamına gelmektedir. Öte yandan en yüksek etki büyüklüğü

Aydın Adnan Menderes Üniversitesinde iken; en düşük etki büyüklüğü ise Manisa Celal Bayar Üniversitesinde gözlenmiştir.

STEM uygulamalarının bilimsel süreç becerilerine etkisi, çalışmaların yürütüldüğü enstitüler bakımından incelendiğinde üç enstitüde de etki büyüklüklerinin pozitif yönde ve homojen oldukları tespit edilmiştir. En yüksek etki büyüklüğü sosyal bilimler enstitüsünde gözlemlenirken; en düşük etki büyüklüğü değeri ise fen bilimleri enstitüsünde gözlemlenmiştir. Bu bulgular, STEM uygulamalarının bilimsel süreç becerilerine etkisinin tüm enstitülerde yürütülen çalışmalarda olumlu yönde etki ettiği ve gruplar arasında anlamlı farkın olmadığı anlamına gelmektedir.

STEM uygulamalarının bilimsel süreç becerilerine etkisi, çalışmaların yapıldığı eğitim kademeleri açısından incelendiğinde etki büyüklerinin tüm kademelerde pozitif yönde ve homojen oldukları tespit edilmiştir. Okul öncesi kademesinde etki büyüklüğü en yüksek değere ulaşırken; üniversite kademesinde etki büyüklüğünün en düşük değerde olduğu saptanmıştır. Bu bulgular, STEM uygulamalarının bilimsel süreç becerilerine etkisinin tüm kademelerde olumlu yönde etki ettiği ve gruplar arasında anlamlı farkın olmadığı şeklinde yorumlanabilir. Değerli (2021) ve Gümüş (2022) tarafından STEM uygulamaları üzerine yapılan meta-analiz çalışmalarında sınıf düzeyi değişkenine göre anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Bu bulgu, araştırmamızın sonuçlarıyla örtüşmemektedir. Ademoğlu (2021) tarafından STEM eğitimi üzerine yapılan meta-analiz çalışmasında sınıf düzeyine göre anlamlı farklılık saptanmamıştır. Karaşah-Çakıcı, Kol ve Yaman (2021) tarafından STEM eğitimi üzerine yapılan meta-analiz çalışmasında ise eğitim kademeleri arasında herhangi bir farklılığa rastlanmamakla birlikte araştırmamızda da görüldüğü gibi üniversite kademesinde en düşük etki büyüklüğünü içermektedir. Öte yandan Kazu ve Kurtoğlu-Yalçın (2022) tarafından yapılan meta analiz çalışmasında benzer şekilde eğitim kademeleri bakımından herhangi bir farklılığa rastlanmamıştır. Bu bulgular araştırmamızın sonuçlarıyla örtüşmektedir.

STEM uygulamalarının bilimsel süreç becerilerine etkisi, çalışmaların deneysel işlem süreleri bakımından incelendiğinde etki büyüklerinin tüm deneysel işlem sürelerinde pozitif yönde ve heterojen oldukları tespit edilmiştir. Gruplar arasında anlamlı farka işaret eden bu durum, deneysel işlem sürelerinin, araştırmaların gidişatında belirleyici enstrümanlar arasında yer aldığı şeklinde yorumlanabilir. Öte yandan etki büyüklüğü 7-9 hafta aralığındaki deneysel işlemlerde en yüksek değerde iken; 1-3 hafta aralığında ise en düşük değerdedir. Bu durum, tüm deneysel işlem sürelerinin STEM uygulamalarının bilimsel süreç becerilerine etkisinin olumlu yönde olduğu ancak ideal aralığın 7-9 hafta aralığı olduğu sonucunu ortaya çıkarmaktadır. Öte yandan Ademoğlu (2021), Karaşah-Çakıcı, Kol ve Yaman (2021) ile Kundakcı (2021) tarafından STEM uygulamaları üzerine yapılan meta-analiz çalışmalarında uygulanan deneysel işlem sürelerine ait herhangi bir anlamlı farklılık bulunmamıştır. Bu bulgular araştırmamızın sonuçlarını desteklememektedir.

Araştırmadan elde edilen sonuçlar doğrultusunda aşağıdaki önerilere yer verilebilir:

- Araştırmada STEM uygulamalarının bilimsel süreç becerilerine etkisinin orta düzeyde bir etkide olduğu sonucuna varılmıştır. Dolayısıyla öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin desteklenmesi amacıyla öğretim programlarında, ders içi ve ders dışı faaliyetlerde STEM etkinliklerine ağırlık verilmeli, STEM merkezleri artırılmalı ve gerekli teşvik sağlanmalıdır.
- STEM uygulamaları öğrencilerin; akademik başarıları, teknolojik okuryazarlıkları, dijital vatandaşlıkları ve materyal kullanım becerileri değişkenleri ekseninde geniş bir perspektiften incelenebilir.

- Araştırmaya Yüksek Öğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezinde bulunan çalışmalar dâhil edilmiştir. Dolayısıyla araştırmaya yurt dışında bulunan tezler ile makale ve bildiriler de dâhil edilerek meta-analiz çalışmasının kapsamı genişletilebilir.
- Meta-analiz çalışmalarının bütüncül değerlendirmelere ve güvenilir sonuçlara ulaşabilmesi, betimsel istatistiklerin çalışmalarda açıkça sunulmasına bağlıdır. Bu nedenle araştırmacıların ilgili istatistikleri net bir biçimde sunması teşvik edilmelidir.
- Araştırmaya yazarların branşları ile çalışmanın gerçekleştirildiği dersler gibi çalışma karakteristikleri eklenerek kapsam genişletilebilir.
- Öğretmenler, çeşitli yöntem ve teknikler ile STEM uygulamaları hakkında öğrencilerde farkındalık oluşturarak öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin desteklenmesine önayak olabilir. Aynı zamanda uygulayıcılar, STEM hakkında proje geliştirilmesine olanak tanıyarak öğrencilerin kendi çalışmalarına öncülük etmelerine, bilimsel araştırma disiplini kazanmalarına ve problem çözme becerilerinin desteklenmesine katkı sunabilir.
- STEM uygulamalarının bilimsel süreç becerilerine etkisi araştırmalara konu edinilirken moderatör değişkenlerin çeşitliliği artırılarak etkinin boyutlarının moderatör değişkenler arasında hangi düzeyde farklılaştığı hakkında daha net bilgilere ulaşılabilir. Dolayısıyla araştırmada incelenen moderatör değişkenlerden gerek üniversite gerek enstitü gibi değişkenleri konu edinen meta-analiz çalışmalarının kapsamı artırılarak aralarındaki farkların irdelenmesi sağlanabilir.

KAYNAKÇA

*Meta-analize dâhil edilen çalışmalar

250

- *Akçay, S. (2018). Robotik FeTeMM uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının akademik başarı, bilimsel süreç becerileri ve motivasyonları üzerine etkileri. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla.
- *Akın, V. (2019). FeTeMM uygulamalarının 7. sınıf öğrencilerinin FeTeMM'e yönelik tutumlarına, bilimsel süreç becerilerine ve meslek seçimlerine etkisi. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon.
- *Akkuş-Çiftçi, E. (2021). STEM eğitimi yaklaşımına dayalı hazırlanan uygulamaların sınıf öğretmeni adaylarının akademik başarılarına ve bilimsel süreç becerilerine etkisi. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Ağrı.
- *Bahşi, A. (2019). STEM etkinliklerinin 8. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine, bilimsel epistemolojik inançlarına ve fen başarılarına etkisinin incelenmesi. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Adıyaman Üniversitesi, Adıyaman.
- *Behram, M. (2019). STEM eğitiminin okul öncesi dönemi öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul.
- *Çilengir-Gültekin, S. (2019). Okul öncesinde eğitimde drama temelli erken STEM programının bilimsel süreç ve yaratıcı düşünme becerilerine etkisi. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın.

- *Çimentepe, E. (2019). STEM etkinliklerinin akademik başarı, bilimsel süreç becerileri ve bilgisayarca düşünme becerilerine etkisi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Niğde.
- *Doğan, İ. (2019). STEM etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine, fen ve STEM tutumlarına ve elektrik enerjisi ünitesindeki başarılarına etkisi. Yayınlanmamış doktora tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.
- *Duygu, E. (2018). Simülasyon tabanlı sorgulayıcı öğrenme ortamında FeTeMM eğitiminin bilimsel süreç becerileri ve FeTeMM farkındalıklarına etkisi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale.
- *Gökbayrak, S. (2017). Fen teknoloji mühendislik ve matematik (STEM) uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM farkındalık düzeyleri, entegre STEM öğretimi yönelimi ve bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van.
- *İzgi, S. (2020). Fen bilimleri dersi elektrik enerjisinin dönüşümü konusuna 5E modeli ile temellendirilmiş bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) yaklaşımının 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarı ve bilimsel süreç becerilerine etkisi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay.
- *Kale, S. (2019). STEM uygulamalarının okul öncesi öğretmenlerin bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Manisa.
- *Kapan, G. (2019). 7. sınıf fen bilimleri dersi elektrik devreleri ünitesinde STEM uygulamalarının akademik başarı, motivasyon ve bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Zonguldak.
- *Kavak, Ş. (2020). STEM eğitime dayalı etkinliklerin okul öncesi çocukların temel bilimsel süreç becerilerine etkisi. Yayınlanmamış doktora tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- *Kavak, T. (2019). STEM uygulamalarının 4. sınıf öğrencilerinin fen ve teknolojiye yönelik tutumlarına, bilimsel süreç ve problem çözme becerilerine etkisi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Fırat Üniversitesi, Elâzığ.
- *Keteci, H. E. (2021). Çevrim içi STEM uygulamalarının (e-STEM) öğrencilerin kavram öğrenmeleri ve bilimsel süreç becerilerine etkisi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- *Koç, N. (2019). Tasarım temelli fen eğitiminde BİLTEM uygulamalarının bilimsel süreç becerilerine, FETEM meslek ilgilerine ve STEM tutumlarına etkisi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Fırat Üniversitesi, Elâzığ.
- *Köngül, Ö. (2019). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) uygulamalarının 6.sınıf öğrencilerinin problem çözme becerilerine ve bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.

- *Taştan-Akdağ, F. (2017). STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarı, bilimsel süreç ve yaşam becerileri üzerine etkisi. Yayımlanmamış doktora tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.
- *Uysal, E. (2018). Tasarım temelli FeTeMM (fen, teknoloji, matematik ve mühendislik) etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilgi düzeylerine bilimsel süreç becerilerine ve tutumlarına etkisi. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Uşak Üniversitesi, Uşak.
- *Yıldırım, Z. (2021). Montessori eğitimine devam eden 60-72 aylık çocuklar için geliştirilmiş m-STEM programının çocukların bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- *Yılmaz, A. E. (2019). FeTeMM uygulamalarının ortaokul 7.sınıf öğrencilerinin fen bilimleri dersi tutumlarına ve bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu.
- Abanoz, T. (2020). STEM yaklaşımına uygun fen etkinliklerinin okul öncesi dönem çocuklarının bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi. Yayımlanmamış doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Ademoğlu, E. (2021). FeTeMM eğitiminin öğrencilerin fen bilimleri dersi başarısı üzerine etkililiği: Bir meta-analiz çalışması. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya.
- Akdeniz, A. R. (2019). Problem çözme, bilimsel süreç ve proje yönteminin fen eğitiminde kullanımı. S. Çepni (Ed.), Kuramdan Uygulamaya Fen ve Teknoloji Öğretimi içinde (s. 222-249). Ankara: Pegem Akademi.
- Akgöz, S., Ercan, İ. ve Kan, İ. (2004). Meta-analizi. *Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*. 30(2) 107-112.
- Akgündüz, D. (2019). STEM eğitiminin kuramsal çerçevesi ve tarihsel gelişimi. D. Akgündüz (Ed.), Okul Öncesinden Üniversiteye Kuram ve Uygulamada STEM Eğitimi içinde (s. 19-47). Ankara: Anı.
- Atık, A. (2019). Süreç becerileri üzerine etkisi: 5 yaş örneği. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Trabzon Üniversitesi, Trabzon.
- Aydın, T. (2019). STEM uygulamalarının okul öncesi öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ve bilişsel alan gelişimlerine etkisi. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Fırat Üniversitesi, Elâzığ.
- Bal, E. (2018). FeTemm (Fen, teknoloji, mühendislik, matematik) etkinliklerinin 48-72 aylık okul öncesi çocuklarının bilimsel süreç ve problem çözme becerileri üzerindeki etkisinin incelenmesi. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Benek, İ. ve Akçay, B. (2021). STEM'in doğası. H. Nuhoğlu (Ed.), Eğitimcinin STEM Öğrenme Yolculuğu içinde (s. 2-27). Ankara: Pegem Akademi.

- Bircan, M. A. ve Çalışıcı, H. (2022). STEM eğitimi etkinliklerinin ilkökul dördüncü sınıf öğrencilerinin STEM'E yönelik tutumlarına, 21. yüzyıl becerilerine ve matematik başarılarına etkisi. *Eğitim ve Bilim Dergisi*, 47(211), 87-119. <http://dx.doi.org/10.15390/EB.2022.10710>
- Bybee, R. W. (2010). What is STEM education?. *Science Dergisi*. 329(5995). <https://www.science.org/doi/10.1126/science.1194998>
- Card, N. A. (2012). *Applied meta-analysis for social science research*. New York: Guilford Publications.
- Cohen, L., Manion, L. ve Morrison, K. (2021). *Eğitimde araştırma yöntemleri*. (E. Dinç ve K. Kıroğlu, Çeviri Ed.). Ankara: Pegem Akademi.
- Çepni, S. ve Ormancı, Ü. (2018). Geleceğin dünyası. S. Çepni (Ed.), Kuramdan Uygulamaya STEM +A +E Eğitimi içinde (s. 1-37). Ankara: Pegem.
- Değerli, M. (2021). Fen eğitiminde STEM yaklaşımının etkililiği: Bir meta analiz çalışması. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Dicle Üniversitesi, Diyarbakır.
- Dinçer, S. (2022). Eğitim bilimlerinde uygulamalı meta-analiz. Ankara: Pegem Akademi.
- Elmas, R. ve Adıgüzel-Ulutaş, M. (2022). STEM eğitimi yaklaşımı. M. Akarsu, N. Okur-Akçay ve R. Elmas (Ed.), STEM Eğitimi Yaklaşımı içinde (s. 1-12). Ankara: Pegem Akademi.
- Field, A. P. ve Gillett, R. (2010), Bir meta-analiz nasıl yapılır. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 63(3),665-694. <https://doi.org/10.1348/000711010X502733>
- Glass, G. V. (1976). Primary, secondary, and meta-analysis of research. *Educational Researcher Dergisi*, 5(10), 3–8. <https://doi.org/10.3102/0013189X005010003>
- Gonzalez, H. B. ve Kuenzi, J. J. (2012). Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: A primer. Congressional Research Service, Library of Congress.
- Gümüş, B. (2022). Fen eğitiminde gerçekleştirilen STEM uygulamalarının farklı değişkenler açısından incelenmesi: Bir meta-analiz çalışması. Yayınlanmamış doktora tezi, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu.
- Herdem, K. ve Sert İ. Ü. (2018). STEM eğitimi üzerine yapılan çalışmaların analizi: Bir meta-sentez çalışması. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 48(48), 145-163. <https://doi.org/10.15285/maruaebd.345486>
- Higgins, J. P. T., Thompson, S. G., Deeks, J. J. ve Altman, D. (2003). Measuring inconsistency in meta-analyses. *British Medical Journal*, 327(7414), 557-60.
- Kalyoncu, T. (2021). 60-72 Aylık çocukların bilimsel süreç becerilerine stem-a etkinliklerinin etkisinin incelenmesi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Karashaç-Çakıcı, Ş., Kol, Ö. ve Yaman, S. (2021). The effects of STEM education on academic achievement inscience courses: A meta-analysis. *Kuramsal Eğitimbilim Dergisi*, 14(2), 264-290.

- Kazu, İ. Y. ve Kurtoğlu-Yalçın, C. (2022). A meta-analysis study on the effectiveness of flipped classroom learning on students' academic achievement, *E-International Journal of Educational Research*, 13(1), 85-102. <https://doi.org/10.19160/e-ijer.1033589>
- Kim, N. J., Belland, B. R. ve Walker, A. E. (2018). Effectiveness of Computer-Based Scaffolding in the Context of Problem-Based Learning for Stem Education: Bayesian Meta-analysis. *Educ Psychol Rev* 30, 397–429. <https://doi.org/10.1007/s10648-017-9419-1>
- Kundakcı, M. (2021). STEM Etkinliklerinin fen bilimleri dersinde akademik başarı ve derse yönelik tutuma etkisi: Sistematik inceleme ve meta-analiz çalışması. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas.
- Lestari, T. P., Sarwi, S. ve 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.
- Miles, M. B. ve Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. California: Sage Publications.
- Millî Eğitim Bakanlığı [MEB] (2017). Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı. <http://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=325>
- Moher, D., Liberati, A. ve Tetzlaff, J. ve Altman, D.G. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the Prisma statement. *Ann Intern Med*. 151(4), 264-9. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-151-4-200908180-00135>
- Neuendorf, K. A. (2002). *The content analysis guidebook*. California: Sage Publications.
- Öcal, S. (2018). Okul öncesi eğitime devam eden 60-66 ay çocuklarına yönelik geliştirilen STEM programının çocukların bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Özkaya, H. (2021). Muhasebe araştırmaları için uygulamalı meta-analiz. Ankara: Gazi.
- Özkul, H. (2021). İlkokul öğrencilerinin fen kariyer bilinçlerinin ve bilimsel süreçlere yönelik Bütünleştirilmiş STEM eğitimi yoluyla sınırlandırmak: Bir eylem araştırması. Yayımlanmamış doktora tezi, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya.
- Pekşen-Süslü, D. (2021). Yaşam boyu gelişim ve STEM. H. Nuhoglu (Ed.), *Eğitimcinin STEM Öğrenme Yolculuğu içinde* (s. 32-62). Ankara: Pegem.
- Rosenthal, R. (1979). The file drawer problem and tolerance for null results. *Psychological Bulletin*, 86(3), 638–641.
- Savaş, Ö. (2021). Erken çocukluk döneminde bulunan çocuklara yönelik geliştirilen STEM eğitim uygulamalarının bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi. Yüksek lisans tezi, Uşak Üniversitesi, Uşak.
- Şahin, A., Ayar, C. M. ve Adıgüzel, T. (2014). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik içerikli okul sonrası etkinlikler ve öğrenciler üzerindeki etkileri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri Dergisi*, 14(1), 297-322.

- Şen, S. (2019). SPSS ile meta-analiz nasıl yapılır?. *Harran Maarif Dergisi*, 4(1),21-49.
<https://doi.org/10.22596/2019.0401.21.49>
- Şen, S. ve Yıldırım, İ. (2020). *CMA ile meta analiz uygulamaları*. Ankara: Anı.
- Tatlı, F. (2022). Kimya öğretiminde STEM uygulamalarının farklı öğrenme stillerine ve zeka alanlarına sahip öğrencilerin kavramsal anlamaları ve bilimsel süreç becerilerine etkisi. Yayınlanmamış doktora tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Thomas, T. A. (2014). Elementary teachers' receptivity to integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education in the elementary grades (Order No. 3625770). <https://www.proquest.com/dissertations-theses/elementary-teachers-receptivity-integrated/docview/1557706624/se-2>
- Uyanık-Aktulun, Ö. (2022). Disiplinlerarası öğrenmeye ilişkin Türkiye’de yapılan güncel araştırmalar, eğilimler, gereksinimler ve uygulama örnekleri. B. Aydoğdu ve N. Yıldız-Budan (Ed.), *Disiplinlerarası Fen Öğretimi: Okul Öncesinden Ortaöğretime STEM, STEAM ve E-STEM Uygulamalarıyla İçinde* (s. 241-302). Ankara: Anı.
- Uyar, A., Canpolat, M. ve Şan, İ. (2021). STEM merkezindeki öğretmenlerin ve öğrencilerin STEM eğitimi hakkındaki görüşleri: PayaSTEM merkezi örneği. *Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 10(1), 151-170.
- Ünal, M. (2019). 4-6 Yaş okul öncesi çocuklarına etkinlik temelli STEM eğitiminin bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu.
- Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü [YEGİTEK] (2016). STEM Eğitimi Raporu. http://yegitek.meb.gov.tr/STEM_Egitimi_Raporu.pdf
- Yıldız, G. (2022). STEM etkinliklerinin özel yetenekli öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine etkisi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Uludağ Üniversitesi, Bursa.
- Yücelyigit, S. ve Toker, Z. (2021). A meta-analysis on STEM studies in early childhood education. *Turkish Journal of Education*, 10(1), 23-36.
<https://doi.org/10.19128/turje.783724>

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı

Araştırmaya araştırmacılar eşit katkıda bulunmuştur.

Çatışma Beyanı

Araştırmanın yazarları olarak herhangi bir çıkar/çatışma beyanımız olmadığını ifade ederiz.