

5E Öğrenme Modelinin Türkiye'deki Öğrencilerin Matematik Başarısına Etkisi: Bir Meta-Analiz Çalışması

Mehmet Fatih Çelapku¹ ve Halil Coşkun Çelik^{2*}

Öz

Bu çalışmada 5E öğrenme modelinin öğrencilerin matematik başarıları üzerindeki etkisini inceleyen çalışmaların sonuçlarını meta-analizle birleştirilerek elde edilen bulguların değerlendirilmesiyle kapsamlı bir sonuca ulaşmak amaçlanmıştır. Türkiye'de 2007-2022 yılları arasında yapılmış 5E öğrenme modeline dayalı öğrenimin matematik başarıları üzerindeki etkisini konu alan lisansüstü tezler ve makaleler taranarak 20 çalışma (13 yüksek lisans tezi, dört doktora tezi, üç makale) meta-analize alınmıştır. Araştırma neticesinde, 5E öğrenme modelinin matematik başarıları üzerinde ders kitabına dayalı mevcut öğretim yöntemine kıyasla pozitif etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Yapılan moderatör analizi sonucunda, 5E öğrenme modelinin öğrencilerin matematik başarıları üzerindeki etkisinde örneklem büyüklüğü açısından anlamlı bir farklılık bulunmuş, yayın türü, öğretim kademesi, uygulama süresi, desen türü ve öğrenme alanı yönünden anlamlı bir farkın olmadığı belirlenmiştir. Sonuç olarak 5E öğrenme modelinin öğrencilerin matematik başarılarını geliştirmede etkili bir öğrenme modeli olduğu tespit edilmiştir. Bu bağlamda 5E öğrenme modelinin öğrencilerin matematik başarılarını geliştirme bağlamında derslerde kullanılması için öğretmenlerin daha fazla teşvik edilmesi önerilebilir.

Anahtar Sözcükler

Matematik başarıları
Öğrenme alanları
Yapılandırıcılık

Makale Hakkında

Gönderim Tarihi
05 Aralık 2022
Kabul Tarihi
13 Nisan 2023
Makale Türü
Araştırma Makalesi

The Effect of 5E Learning Model on Students' Mathematics Achievement in Turkey: A Meta-Analysis Study

Abstract

In this study, it was aimed to reach a comprehensive result by evaluating the findings obtained by combining the results of studies examining the effect of 5E learning model on students' mathematics achievement with meta-analysis. Postgraduate theses and articles on the effect of 5E learning on mathematics achievement between 2007-2022 in Turkey were scanned and 20 studies (13 master's theses, four doctoral theses, three articles) were reached. It was determined that the 5E learning model had a positive effect on mathematics achievement compared to the current teaching method based on the textbook. After the moderator analysis, a significant difference was found in the effect of the 5E learning model on students' mathematics achievement in terms of sample size, and no significant difference was found in terms of publication type, teaching level, application period, research design type and learning area. As a result, it has been determined that the 5E learning model is an effective learning model in improving students' mathematics achievement. In this context, it can be suggested to encourage teachers to use the 5E learning model in lessons to improve students' mathematics achievement.


Keywords

Mathematics achievement
Learning areas
Constructivism

Article Info

Received
December 05, 2022
Accepted
April 13, 2023
Article Type
Research Paper

Atf. Çelapku, M. F. ve Çelik, H. C. (2023). 5E öğrenme modelinin Türkiye'deki öğrencilerin matematik başarılarına etkisi: Bir meta-analiz çalışması. *Ege Eğitim Dergisi*, 24(2), 143-160. <https://doi.org/10.12984/egced.1214882>

¹  T.C. Millî Eğitim Bakanlığı, 18 Mart Ortaokulu, Türkiye, fatih.kulu56@gmail.com

* Sorumlu Yazar / Corresponding Author

²  Siirt Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Türkiye, hcoskun.celik@gmail.com



Extended Abstract

Introduction

Today, in order to achieve optimal success in learning, constructivist approaches are needed, in which the best way to teach science, and where the learners take an active role and the teacher guides to the desired goals in education and training. Undoubtedly, among these approaches, there is the 5E learning model developed in accordance with constructivist learning. This learning model is an important model that is frequently used in mathematics education. It is also planned teaching practice in which students-centered activities, encouraging students to explore, construct scientific concepts with their self-understanding, and associate structured understandings with other concepts (Ansberry & Morgan, 2007). It also includes some skills and activities to improve students' curiosity levels, views and understanding of the lesson (Kozcu-Çakır & Güven, 2019). Constructivist approach is effective in providing students' mathematics achievement, cognitive levels, positive attitudes towards lessons and permanence. Due to the nature of mathematics, students are more active and more successful in the learning process. In this context, teachers are asked to organize their teaching environments based on a constructivist approach. However, most teachers still adhere to traditional methods in which students take a passive role (Odili, 2006). In the literature review, we could not find any study focusing directly on the effect of the 5E learning model on students' mathematics achievement in Turkey. In addition, it was emphasized that the renewal of teaching and learning methods should be a common theme in meta-analysis studies in the field of mathematics education (Xie, Wang, & Hu, 2018) and the importance of achieving effective and applicable results in this field. Therefore, there is a need to conduct a new meta-analysis study on the effect of the 5E learning model on mathematics achievement. In this context, the current study has a core value in terms of combining, summarizing and interpreting the findings of the studies examining the effect of the 5E learning model on mathematics achievement compared to the current teaching method based on textbook, and reaching a general effect size. The aim of this research is to combine the findings of the studies examining the effect of learning based on the 5E model on students' mathematics achievement via meta-analysis, to interpret these findings and to reveal the effectiveness of the relevant model and to reach a generalizable result.

Method

Meta-analysis is a statistical method for combining quantitative data from a large number of studies to produce an overview of empirical information on a particular topic (Littell, Corcoran, & Pillai, 2008). In Turkey, between 2007-2022, articles and postgraduate theses containing the appropriate research problem and the necessary statistical data on the effect of the 5E learning model on mathematics achievement were included in the study. Graduate theses were scanned in Council of Higher Education (CoHE) National Thesis Center, and articles were searched in Turkish and English from SSCI, ERIC, TR index and Google Academic databases between 01.02.2022 and 30.04.2022. During the scanning process, 384 postgraduate theses and 713 articles containing the words 5E learning, 5E model, Constructivist 5E, 5E method, 5E teaching in the title, summary and keywords of theses and articles were reached. As a result of the comprehensive evaluations, 20 studies (13 master's theses, four doctoral theses and three articles) were included to the present research. A coding form was developed to classify the studies according to the inclusion criteria of the research. Studies were reviewed in detail by two experts (first researcher and an expert in mathematics education). Then, the necessary quantitative data were separately processed into the coding form to calculate the effect size of each study that met the inclusion criteria. In the coding form, the coding made to prevent possible data entry errors was compared. The coding that was compared in this process was also evaluated by two experts in the field of measurement and evaluation. Coding reliability was calculated as 92%. Since this value is greater than 70%, it can be said that the coding made is sufficient in terms of reliability. Non-overlapping codes were compared and corrected by consensus.

In meta-analysis, two types of approaches, FEM and REM, are used when combining the effect sizes of the studies. The FEM is considered appropriate when the studies are homogeneous; otherwise, the REM is considered appropriate (Lipsey & Wilson, 2001). In this study, the data were analyzed using the CMA. Before calculating the effect size, the effect sizes of each study and the homogeneity of the sample are tested, and then the heterogeneity test is performed to determine the model. While calculating the effect sizes, Hedges's g value was preferred and the confidence level was determined as 95%. Whether there was heterogeneity between studies was examined with the help of Cochran's Q 's Chi-Square heterogeneity test. Publication bias was analyzed using the Funnel Plot and Rosenthal FSN methods. Analogue ANOVA was used to compare the effect sizes of the studies according to the subgroups.

Findings

In the present study, the overall effect size via FEM was found to be Hedges's $g = .847$ (95% CI = .725-.969). The calculated homogeneity value is greater than the critical value calculated at 19 degrees of freedom in the 95% confidence interval in the $Q = 45.229$, χ^2 table. In this context, since the distribution between studies is heterogeneous, it was determined that the REM, not the FEM, was appropriate. The I^2 index, which is another

measure of heterogeneity, is close to 58%. According to the I^2 index, there is moderate heterogeneity among studies. According to the REM, the overall effect size was calculated as Hedges's $g = .910$ (95% CI = .718-1.102). The fact that the general effect size value is positive indicates that the general effect of the studies is in favor of the experimental group in which the 5E learning model was applied. This effect shows the 5E learning model has a large effect on increasing mathematics achievement. When the effect sizes of the studies given in the forest graph showing the distribution of the effect size values of the related studies were examined, it was determined that the study with the smallest effect value was Hedges's $g = .314$, and the study with the largest effect value was Hedges's $g = 1.953$. Since all of the effect size values have positive effects, the studies have an effect in favor of the experimental group to which the 5E learning model is applied. It was determined that there was a significant difference in seventeen of the studies, but there was no significant difference in three of them. Also, the effect sizes of all studies are positive. At the same time, when the individual effect size of the studies is evaluated according to the effect size classification proposed by Thalheimer and Cook (2002), two studies have small, six studies are medium, four studies are large, six studies are very large and two studies have enormous effect sizes. No studies with a negligible effect were found.

Discussion and Conclusion

It can be concluded that 5E learning model had a positive effect on mathematics achievement compared to current teaching method based on the textbook. According to the REM, the overall effect size was calculated as .910. It can be said that the effect of the 5E learning model on mathematics achievement is large. Moderator analysis was conducted to determine whether there is a significant difference between the studies according to publication types, publication years, teaching level, application period, sample size, research design type and learning areas. As a result of the moderator analysis, a significant difference was found in terms of sample size on the effect of the 5E learning model on students' mathematics achievement. There was no significant difference in terms of publication type, teaching level, application period, research design type and learning area. In this context, it can be suggested to encourage teachers to use the 5E learning model in lessons to improve students' mathematics achievement.

Giriş

Günümüzde eğitim alanında karşılaşılan sorunlara etkin çözümler bulabilmek için ülkeler eğitim sistemlerini tekrar gözden geçirip sorgulamakta ve bu sorunların yeni öğrenme ve öğretme yaklaşımlarıyla nasıl çözüleceğine çare aramaktadırlar. Bu nedenle bilimsel ve teknolojik gelişmelere paralel olarak, günümüzde eğitim sistemlerinde geleneksel yaklaşımları arka planda bırakan ve gelişen yaşam koşullarına ihtiyaç duyulan yenilikçi bireyleri yetiştirebilmek için daha verimli ve etkili çağdaş öğrenme ve öğretme yaklaşımlarını geliştirmeye ihtiyaç duyulmaktadır. Yapılandırmacılık, çağdaş eğitim ve öğretimde en etkili öğretim yaklaşımlarından birisidir. Öğrenenlerin aktif olarak bilgiyi yapılandırması (Loyens ve Gijbels, 2008) önceki bilgilerinden ve geçmiş deneyimlerden kendi öğrenmelerini oluşturmalarına dayanan bir öğrenme teorisidir (McWright, 2017). Geleneksel olmayan bir öğrenme ve öğretme modeli olarak yapılandırmacı bir stratejiyi takip etmek, öğrencilere alternatif kavramlara ve önceki deneyimlerine dayalı olarak matematiksel kavramları doğru bir şekilde oluşturma (Alshehri, 2016), gerçek yaşamla ilişkilendirebilme fırsatları sağlar. Anlamlı bir anlayış olmadan öğrenmek hayatımızda değersiz olacağından, öğretmenler öğrenmeyi anlamlı kılmak için etkili ve verimli öğretim yöntemlerini kullanmalıdır (Ranjan ve Padmanabhan, 2018). Yapılandırmacı yaklaşıma göre öğrenmeler yeni öğrenmeleri kolaylaştırır ve yeni öğrenilenler ön bilginin üzerine inşa edilir (Boz-Yaman, 2020). Başka bir ifadeyle öğrenenler önceki bilgilerinin harekete geçirir ve yeni bilgilerinin mevcut bilgileriyle ilişkilendirmeye çalışır (Loyens ve Gijbels, 2008). Bu şekilde öğrenciler mevcut bilgileri sayesinde yeni bilgilerinin bilinenden bilinmeyene öğrenerek yapılandırmacı yaklaşımı kullanır.

Yapılandırmacı yaklaşımda öğrenme öğrenci merkezlidir; öğretmen sadece öğrenme ortamlarını etkili bir şekilde oluşturur ve öğrenme sürecini kolaylaştırıcı rehberlik görevlerini yürütür. Öğretmen, öğrencilerin ön bilgilerini oluşturmak veya önceki bilgilerini etkinleştirmek için bir tür öğrenme deneyimi sağlar. Bu süreç, öğrencilerin yeni bilgileri ve yeni içerikleri öğrenmek veya kavram yanlışlarını gidermek için gerekli bağlantıları kurmak adına optimal seviyelere ulaşmalarında önem arz eder (McWright, 2017). Yapılandırmacı yaklaşımda öğretmenler ve öğrenciler etkileşim halindeyken birbirlerinin sözlerine ve eylemlerine sürekli olarak bağlam temelli anlamlar veren aktif anlam yapıcılar olarak görülürler (Cobb, 1988). Bu yaklaşımda, öğrencilerin kendi matematiksel fikirlerinin gelişimine üstün bir değer verilirken, mevcut öğretimde yalnızca yerleşik matematiksel yöntemlere ve kavramlara değer verilir (Clements ve Batista, 1990). Son yıllarda farklı işlem basamakları ile eğitim-öğretim sürecinde kullanılmaya başlanan bazı modellerin temelinde yapılandırmacı öğrenme yaklaşımı yer almaktadır (Ergin, Kanlı ve Ünsal, 2008). Yapılandırmacı yaklaşımlar arasında öğretim sürecine uygun olarak geliştirilmiş en kullanışlı modellerden biri 5E öğrenme modelidir (Ayaz, 2015).

Kuramsal Çerçeve

Öğretim yöntemlerinin başarılı bir şekilde uygulaması öğretimin etkinliğini gösterir. Bu yöntemler ve etkileşimler yoluyla öğrencinin kendi sezgisel matematiksel düşüncesi giderek daha soyut ve güçlü bir hale gelir. Bundan dolayı günümüzde öğrenmede optimal başarıya ulaşmak için bilimin en iyi nasıl öğretileceği, eğitim ve öğretimde istenilen hedeflere ulaşmada, öğrenenlerin aktif rol aldığı öğretmenlerin ise rehber olduğu yapılandırmacı yaklaşımlara ihtiyaç duyulmaktadır. Yapılandırmacı öğretimde öğrenciler, problemleri çözmek için kendi yöntemlerini kullanmaya teşvik edilir, başkasının düşüncesini benimsemeleri istenmez, ancak kendi düşüncelerini düzeltmeleri için teşvik edilirler; öğretmen, daha karmaşık yöntemlerin icadını veya benimsenmesini teşvik eden görevler sunsa da tüm yöntemlere değer verilir ve desteklenir (Clements ve Batista, 1990). Bu çerçevede 2018 yılında güncellenen öğretim programında öğrenci merkezli yapılandırmacı bir yaklaşıma odaklanılmıştır. Yenilenen öğretim programıyla birlikte, matematik öğretiminde ders kitabına dayalı mevcut öğretimin yerine çağdaş öğrenme yaklaşımları (matematik eğitiminde işbirlikli öğrenme, gerçekçi matematik öğretimi, probleme dayalı matematik öğretimi, sorgulama temelli matematik öğretimi, çoklu zekâ teorisine dayalı öğrenme, matematik eğitiminde yapılandırmacı yaklaşım vb.) benimsenmiştir. Yapılandırmacı yaklaşımda öğretmen, öğrencilerin kavramları net bir şekilde anlamalarını sağlamak için gerçek hayattan örnekler kullanır, onlara yenilikçi etkinliklerde bulunmalarına fırsat verir (Ranjan ve Padmanabhan, 2018), grup çalışması, araştırma temelli öğrenme ortamları, problem çözme temelli dersler veya sorgulamaya dayalı etkinlikler (Boz-Yaman, 2020), örnek olay incelemeleri, yaratıcı drama ve performans çalışmaları gibi sınıf içi çalışmaları kullanabilir (Özden, 2003). Bu etkinlikler yoluyla öğrencilerin deneyim kazanması öğrenmenin kilit noktasını oluşturur.

5E Öğrenme Modeli

Jean Piaget'in zihinsel gelişim teorisine dayalı olan 5E öğrenme modeli, Atkin ve Karplus'un (1962) geliştirdiği üç aşamalı döngüye iki aşamanın daha eklenmesiyle beş aşamalı bir döngüye dönüştürülmüştür. Model ismini; *Giriş, Keşfetme, Açıklama, Derinleştirme ve Değerlendirme* şeklindeki beş aşamanın İngilizce karşılıkları olan *Engage, Explore, Explain, Elaborate ve Evaluate* kelimelerinin ilk harflerinden almıştır. Modeldeki aşamalar ve bu aşamaların sıraları değişebilir (Bıyıklı, 2013). 5E öğrenme modeli, öğretim etkinliklerinin merkezinde öğrencilerin olduğu, öğrencileri keşfetmeye, bilimsel kavramları kendi anlayışlarıyla yapılandırmaya ve

yapılandırılan anlayışları diğer kavramlarla ilişkilendirmeye teşvik eden planlanmış bir öğretim uygulamasıdır (Ansberry ve Morgan, 2007). 5E öğrenme modeli, öğrencilerde araştırma merakı uyandıran, öğrencilerin beklentilerini karşılayan, bilgi ve anlama için araştırma yapmalarını sağlayan becerileri ve aktiviteleri içeren bir öğrenme modelidir (Kozcu-Çakır ve Güven, 2019). Bu öğrenme modeli öğrencilerin bilimsel alanda yer alan temel kavramları öğrenmesine (Bakri ve Adnan, 2021), yani derinlemesine bilinen bir kavramın daha iyi anlaşılmasında etkili olabilecek, araştırma ve sorgulama temelli bir modeldir (Polat ve Aksoy, 2021; Tuna, 2013). 5E öğrenme modelinin ortaya çıkışında etkili olan temel neden etkili ve araştırma temelli bir öğretimin geliştirilmesi fikridir (Gürel, 2021). 5E öğrenme modeline dayalı dersler öğrenciler tarafından daha eğlenceli bulunmakta, onları üst düzey düşünmeye yönlendirmektedir (Boddy, Watson ve Aubusson, 2003). Üstelik diğer öğrenci merkezli öğretimlerden farklı olarak, 5E öğrenme modeli ders kitabına dayalı öğretim yöntemlerinin aksine öğrencilerin matematik başarılarını (Chowdhury, 2016; Şad, Kış ve Demir, 2017), bilişsel düzeylerini ve derslere karşı olumlu tutumlarını (Hiçcan, 2008) geliştirmelerine olanak tanır.

Sınıf içi uygulamalarda 5E öğrenme modeli yapılandırmacı öğretim modelleri içinde ilk sıralardadır ve bir dizi yerleşik (giriş, keşfetme, açıklama, derinleştirme, değerlendirme) aşama yoluyla gerçekleştirilir. Matematikğin doğası gereği öğrencilerin daha aktif olduğu öğrenme sürecinde başarıda daha yüksek olur. Öğrenci merkezli matematik öğretimi, sınıf deneyiminin çoğunluğunun, öğretmeni pasif bir şekilde gözlemlemek veya bir dersi dinlemek yerine, öğrencilerin aktif olarak matematiksel etkinlikler yapmasını içerdiği bir öğretim yöntemidir (Lipseş ve Wilson, 2001). 5E öğrenme modelinin her aşamasında öğrenciler kendi kavramlarını oluşturmak için güdülenir (Ağgül-Yalçın ve Bayrakçeken, 2010). Bu kapsamda öğretmenlerden öğretim ortamlarını yapılandırmacı yaklaşıma dayalı olarak düzenlemeleri istenmektedir (Biber, Tuna, Gülsevinçler ve Karaosmanoğlu, 2015). Ancak çoğu öğretmen sınıf ortamında zor olduğu ve pratik bulmadıkları için halen öğrencilerin pasif rol aldığı geleneksel yöntemlere bağlı kalmakta bu da yapılandırmacı yaklaşımları kullanmalarında problemler yaşamalarına neden olmaktadır (Boddy ve diğ., 2003: Odili, 2006; Turan ve Matteson, 2021). Bu problemlerin başında matematik öğretmenlerinin öğrenci merkezli yaklaşıma geçişte karşılaştıkları problemler, her aşama için uygun bir etkinlik bulamama (Turan ve Matteson, 2021), öğrenme modeli hakkındaki bilgi eksiklikleri (Boz-Yaman ve Bulut, 2019) veya farkında olmadan bu modeli kullanmaları, bundan dolayı da beş aşamalı olan bu modelin basamaklarını tam olarak uygulayamamaları gelmektedir. Ayrıca bu öğrenme modeline dayalı uygulamalarda öğretmenlerin sınıf mevcutlarının fazlalığından dolayı sınıf disiplinini sağlayamamaları, ders planının uygulanmasında zaman yetersizliği (Ergin, 2006; Metin, Coskun, Birisci ve Kaleli-Yılmaz, 2011), gerçek yaşamla ilişkilendirememeleri, öğrencilerin ilgisini çekememeleri ve bu modelde nasıl değerlendirme yapacaklarını bilmemeleri gelmektedir (Metin ve Özmen, 2009).

Alanyazın Sentezi

Eğitim alanında, tamamlanmış çalışmalarda kullanılmayan bilgiyi bulma sorununa odaklanan daha fazla bilimsel çabaya ihtiyaç duyulmakta (Glass, 1976), bu çabalar sonucunda öğrenme ve öğretme yaklaşımlarıyla ilgili ortaya çıkan çalışmalarda uygulanabilir ve etkili sonuçlara ulaşmanın önemli olduğu düşünülmektedir. Yapılandırmacı yaklaşıma dayalı 5E öğrenme modeli günümüzde matematik eğitimi alanında kullanılan önemli bir model (Bybee, 2009; Tezer ve Cumhuri, 2017) olup, literatürdeki meta-analiz çalışmalarında çoğunlukla bu modelin öğrencilerin fen bilimleri derslerindeki akademik başarıları üzerindeki etkisine odaklanırken kısmen matematik başarısı üzerindeki etkisine vurgu yapılmıştır. Son on yılda yapılmış 5E öğrenme modeliyle ilgili ulusal ve uluslararası alandaki meta-analiz çalışmalarının öğrencilerin matematik başarısı, tutumu ve öğrenmenin kalıcılığı üzerine yoğunlaştığı görülmektedir (Alshehri, 2016; Chowdhury, 2016; Golezani, 2020; Gürbüz, 2015; Omotayo ve Adeleke, 2017; Ranjan ve Padmanabhan, 2018; Tuna ve Kaçar, 2013). Chowdhury (2016), Ranjan ve Padmanabhan (2018) tarafından yapılan çalışmalarda yapılandırmacı 5E yaklaşımıyla öğretimin, geleneksel yöntemle kıyasla öğrencilerin matematik başarısını artırmada daha etkili olduğu (Dağ, 2015; Omotayo ve Adeleke, 2017), öğrenmenin kalıcılığını sağladığı (Alshehri, 2016; Tuna ve Kaçar, 2013) ve derse yönelik tutumları geliştirdiği (Golezani, 2020) ortaya konmuştur. Genel olarak bu çalışmalardan 5E öğrenme modelinin matematik başarısı, tutumu ve öğrenmenin kalıcılığı üzerinde pozitif etkiye sahip olduğu görülmektedir. Ayrıca mevcut bu meta-analiz çalışmamızdan farklı olarak Bakri ve Adnan (2021) matematik öğretiminde 5E öğrenme yönteminin yararlarını ortaya koymak amacıyla araştırma literatürünün sistematik bir incelemesini yapmışlardır. Ancak yapılan literatür taramasında Türkiye'de 5E öğrenme modelinin sadece matematik başarısı üzerindeki etkisini meta-analiz kullanarak inceleyen direk bir çalışmaya rastlanamamıştır. Ayrıca matematik eğitimi alanındaki meta-analiz çalışmalarında öğretme ve öğrenme yöntemlerinin yenilenmesinin ortak bir tema olması gerektiğine (Xie, Wang ve Hu, 2018) ve bu alanda uygulanabilir etkili sonuçlara ulaşmanın önemine (Ayaz ve Şekerci, 2015) vurgu yapılmıştır. Bundan ötürü 5E öğrenme modelinin matematik başarısı üzerindeki etkisi ile ilgili yeni bir meta-analiz çalışmasının yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

Öte yandan belli bir konuda yapılan araştırmalarda ulaşılan farklı sonuçlar, birbirinden bağımsız olarak gerçekleştirilmiş çalışmalardan elde edilmektedir (Ayaz ve Şekerci, 2015). Bu araştırmalardaki örneklem

büyüklikleri ve bazı değişkenlerdeki farklılıklar nedeniyle her bir çalışmanın istatistiksel anlamlılığı ve etki büyüklikleri farklılık gösterebilmektedir (Gricoski, 2022). Meta-analiz genel etki büyüklüğü indeksine dayalı olup bireysel çalışma bulgularının birleştirilerek (Cooper, 2010) yorumlanmasını ve daha kapsamlı sonuçlara ulaşılmasını sağlar. Çalışmaların örneklemelerini birleştirerek bütün çalışmaları içeren evren hakkında genelleme yapmaya (Şen ve Yıldırım, 2020) olanak tanır. Şad ve diğerlerinin (2017) belirttiği gibi incelenen çalışmalara ait kümülatif verilerin etkili bir şekilde kullanılması ve yorumlanabilmesi için ilgili bağımsız çalışmalara ait bulguların meta-analiz yöntemiyle birleştirilerek sentezlenmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bundan dolayı matematik eğitimcilerine derslerde başarının yakalanması açısından, etkili öğretim yöntemlerini seçme ve uygulama konusunda bilinçli kararlar vermeleri ve anlamlı öğrenmeleri sağlamak adına gerekli bilgileri kazandırabilmek için, 5E öğrenmeye dayalı öğretimin matematik başarısına olan etkisini inceleyen yayımlanmış çalışmaların genel sonuçlarına veya başarısı üzerindeki olumlu / olumsuz etkilerine yönelik bilgilere erişmeleri için bir meta-analiz çalışmasının yapılması gerekmektedir. Bundan ötürü mevcut bu meta-analiz çalışması 5E öğrenme modelinin matematik başarısı üzerindeki etkinliğini ders kitabına dayalı mevcut öğretim yöntemlerine kıyasla inceleyen çalışma koleksiyonlarındaki bulguların birleştirilerek, özetlenmesi, yorumlanması ve genel bir etki büyüklüğüne ulaşılması açısından özgün bir önemdedir. Ayrıca bu etkinin hangi moderatör değişkenler tarafından etkilendiğinin belirlenmesi mevcut bu araştırmanın diğer önemli noktasıdır. Matematik başarısı üzerinde etkili olan moderatör değişkenlerin belirlenmesi yoluyla mevcut bu çalışmanın ilgili konuda daha genellenebilir sonuçlara ulaşılması noktasında literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Bu çalışmada, 5E öğrenme modeline dayalı öğrenmenin öğrencilerin matematik başarısı üzerindeki etkisini konu alan son 16 yıl içinde Türkiye’de yapılmış çalışmaların incelenmesi, meta-analiz yoluyla birleştirilerek, ulaşılan bulguların yorumlanması, bu öğrenme modelinin etkinliğini ortaya koyarak genellenebilir bir sonuca ulaşılması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda meta-analiz için aşağıdaki alt problemlere yanıt aranmıştır.

1. 5E öğrenme modeline dayalı öğrenmenin, öğrencilerin matematik başarısı üzerindeki etkisi nedir?
2. 5E öğrenme modeline dayalı öğrenmenin, öğrencilerin matematik başarısı üzerindeki etkisi; yayın türü, uygulama süresi, öğrenim düzeyi, araştırma deseni türü, örneklem büyüklüğü ve öğrenme alanına göre anlamlı bir fark göstermekte midir?

Yöntem

Araştırmanın Deseni

Bu araştırma 5E öğrenme modelinin matematik başarısı üzerindeki etkisini konu alan çalışmalara ait bulguların birleştirilerek genellenebilir sonuçlara ulaşmak amacıyla meta-analiz yöntemi ile tasarlanmıştır. Belirli bir konu hakkında deneysel / ampirik bilginin genel bir özetini üretmek için birden fazla çalışmadan elde edilen nicel sonuçları birleştirmede sıklıkla başvurulan meta-analiz (Littell, Corcoran ve Pillai, 2008), örnekleme hatasının, ölçüm hatasının ve çelişkili bulgular yanılması yaratan diğer çalışmaların çarpık etkilerini düzeltmede (Hunter ve Schmidt, 2004) kullanışlı bir yöntemdir.

Verilerin Toplanması

Bu araştırmanın temel veri kaynağını; Türkiye’de 2007-2022 yılları arasında yapılmış, 5E öğrenme modelinin matematik başarısı üzerindeki etkisini inceleyen, araştırma problemine uygun gerekli istatistiksel verileri (nicel veriler) içeren hakemli dergilerde yayımlanmış makaleler ve yayımlanmamış lisansüstü tezler (doktora-yüksek lisans tezleri) oluşturmaktadır. Lisansüstü tezlerin makale olarak yayımlanması durumu da söz konusu olduğundan tezler ve tezdten üretilmiş makaleler karşılıklı olarak taranmıştır.

Lisansüstü tezler, Yükseköğretim Kurulu (YÖK) Ulusal Tez Merkezinde, makaleler ise Türkçe ve İngilizce olarak TR Dizin, Google Akademik, SSCI (Social Sciences Citation Index), ERIC (Education Resource Information Center) veri tabanlarında 01.02.2022 ve 30.04.2022 tarihleri arasında taranmıştır. Tarama sürecinde tezlerin ve makalelerin başlığında, özetinde ve anahtar kelimelerinde 5E öğrenme, 5E modeli, yapılandırmacı 5E, 5E yöntemi, 5E öğretim kelimeleri geçen 384 lisansüstü tez ve 713 makaleye ulaşılmıştır. Tezlerden eş kopyalı olanlar (dublikasyonlar), araştırma problemini ve dâhil edilme ölçütlerini karşılamayan 365 tez kapsam dışı bırakılmıştır. Kalan 19 tez tam metin olarak detaylı bir şekilde incelenmiş üç tanesinde eksik veri olduğu için kapsam dışı bırakılmıştır. Böylece toplamda 16 lisansüstü tez (13 yüksek lisans tezi, üç doktora tezi) araştırma kapsamına alınmıştır. Makalelerden ise beşi çalışmaya alınmıştır. Bu makalelerden bazılarının aynı verileri içeren tez ve makale olarak yayımlanmış olmasından ötürü tez olanlar seçilmiş, ancak makaleler araştırmaya dâhil edilmemiştir. Eğer bir çalışma önce tez sonra da makale olarak yayımlanmışsa, tez (daha ayrıntılı bilgiler içermesinden dolayı) çalışması meta-analize dâhil edilir (Karagöl ve Esen, 2019). Bundan ötürü tez verilerini içeren üç makale kapsam dışı bırakılarak neticede araştırmaya sadece iki makale dâhil edilmiştir. Lisansüstü tezler ile makalelerin taranması sonucu 18 çalışma (13 yüksek lisans tezi, üç doktora tezi ve iki makale) seçilmiş, ancak bazı araştırmacılar iki farklı deney grubu içeren çalışmaları iki farklı çalışma olarak değerlendirdikleri için (Golezani, 2020; Özenç, Dursun ve Şahin 2020), bu çalışmada iki deney grubuna sahip olan çalışmalar iki ayrı çalışma şeklinde çözümlenmelere dâhil edilmiştir. Sonuç olarak 5E öğrenme modelinin

matematik başarısı üzerindeki etkisine yönelik olmak üzere toplamda 20 yapılmış çalışma (13 yüksek lisans, dört doktora tezi ve üç makale) meta-analiz kapsamında değerlendirilmiştir. Ayrıca bu çalışmalarda veri toplama araçlarının geçerlik ve güvenilirlik analizlerinin yapıldığına dikkat edilmiştir. Analize dâhil edilen çalışmalar EK A'da sunulmuştur.

Çalışmaların Meta-Analize Dâhil Edilme Ölçütleri. Yapılan tarama sonucunda listelenen çalışmalar dâhil edilme ölçütlerine göre değerlendirilmiş ve gerekli istatistiksel verileri içeren çalışmalar meta-analiz kapsamına alınmıştır. Bu bağlamda şu kriterler göz önünde bulundurulmuştur:

1. 2007-2022 (Nisan ayı sonuna kadar) yılları arasında Türkiye'de yapılan çalışmalar olması (çalışmaların en fazla yapıldığı yıl aralığı olması nedeniyle bu yıl aralığı baz alınmıştır).
2. Çalışmaların, yayınlanmış makaleler (hakemli dergilerde) ve lisansüstü tezler (yüksek lisans, doktora tezi) olması.
3. Çalışmaların matematik dersindeki başarıyı ölçmesi.
4. Çalışmaların deneysel ve yarı deneysel olması.
5. Çalışmalarda her iki grubunda (deney ve kontrol) bulunması; deney grubunda 5E öğrenmeye dayalı öğretimin kontrol grubunda ise ders kitabına dayalı mevcut öğretim yönteminin uygulanması.
6. Araştırmalarda yer alan çalışma gruplarının örneklem büyüklüğü, standart sapma ve aritmetik ortalama değerlerinin olmasıdır.

Verilerin Kodlanması. Dâhil edilme ölçütlerine göre yayınlanmış çalışmaların sınıflandırılması için kodlama formu geliştirilir (Lipsey ve Wilson, 2001). Mevcut bu çalışmada birinci araştırmacı tarafından dâhil edilme ölçütlerine uygun bir kodlama formu geliştirilmiştir. Çalışmaların kodlanması meta-analizde güvenilirlik açısından çok önemlidir. Güvenirliğin sağlanması adına kodlama işlemini iki farklı araştırmacı (en az iki) gerçekleştirmelidir (Ayaz, 2015). Yapılmış çalışmalar iki uzman (birinci araştırmacı ve matematik eğitimi uzmanı) tarafından ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. Ardından dâhil edilme ölçütlerini sağlayan çalışmaların etki büyüklüğünü hesaplamak için gerekli nicel veriler (örneklem büyüklüğü, ortalama, standart sapma) kodlama formuna ayrı ayrı işlenmiştir. Kodlama formunda olası veri girişindeki hataları önlemek için yapılan kodlamalar karşılaştırılmıştır. Bu süreçte karşılaştırılan kodlamalar ölçme ve değerlendirme alanında bir uzman tarafından da kontrol edilmiştir. Kodlama güvenilirliği; Güvenirlik = Görüş birliği / (Görüş birliği + Görüş ayrılığı) formülü ile %92'dir (Miles ve Huberman, 2002) ve ilgili değer %70'ten büyük olduğu (Yıldırım ve Şimşek, 2011) için yapılan kodlamaların güvenilirlik açısından yeterli olduğu söylenebilir. Örtüşmeyen kodlamalar, karşılaştırılarak ortak kararlar düzeltilmiştir (Ayaz ve Söylemez, 2015).

Veri Analizi

Meta-analizde çalışmalara ait etki büyüklüklerinin birleştirilmesi sürecinde; Sabit Etkiler Modeli (SEM) ile birlikte Rastgele Etkiler Modeli (REM) kullanılmaktadır. Çalışmaların işlevsel olarak özdeş olduğu, aynı örneklemin diğer örneklemere de genellenebildiği ortak bir etki büyüklüğünün hesaplanabildiği durumlarda SEM uygundur (Borenstein, Hedges, Higgins ve Rothstein, 2021). Çalışmaların homojen olması durumunda SEM aksi durumda REM uygun model olarak kabul edilir (Lipsey ve Wilson, 2001). Bu çalışmada elde edilen verilerin çözümlenmesinde Comprehensive Meta-Analysis (CMA) v.2 programı tercih edilmiştir. Etki büyüklükleri hesaplanırken Hedges g değeri seçilmiş ve güven düzeyi %95 olarak belirlenmiştir (Hedges ve Olkin, 1985). Genel etki büyüklüğü hesaplanmadan önce çalışmaya her birine ait etki büyüklüğü örneklemin homojenliği test edilerek çalışma için uygun model heterojenlik testi ile gerçekleştirilir (Kozcu-Çakır ve Güven, 2019). Bu test kapsamındaki çözümleme de $p > .05$ olursa homojenlik söz konusudur ve SEM (Kanadlı, 2019) uygun bir modeldir. Diğer durumlarda heterojenlik olacağına REM tercih edilir (Dinçer, 2021). Uygun model seçildikten sonra istatistiksel modellerin analizleri yapılır (Şen ve Yıldırım, 2020). Ayrıca p değerinin yanında Q değerine göre de istatistiksel model seçimi de yapılabilir. Q değerinin p değerine göre daha net sonuçlar verebildiği düşünüldüğünde meta-analiz çalışmalarında Q değeri tercih edilmektedir (Dinçer, 2021). Araştırmada çalışmalar arasında heterojenlik olup olmadığı Cochran's Q 'nun Ki-Kare heterojenlik testi (Borenstein ve diğ., 2009) yardımıyla incelenmiştir. Hesaplan Q değeri; Ki-Kare tablosunda bulunan değerden küçükse SEM, büyükse REM kullanılır (Şen ve Yıldırım, 2020). Hesaplanan etki büyüklükleri Thalheimer ve Cook'un (2002) sınıflandırma kriterleri kapsamında değerlendirilmiştir. İlgili kriterler kapsamında, $-.15 \leq$ etki büyüklüğü katsayısı $< .15$ önemsiz düzey; $.15 \leq$ etki büyüklüğü katsayısı $< .40$ küçük düzey; $.40 \leq$ etki büyüklüğü katsayısı $< .75$ orta düzey; $.75 \leq$ etki büyüklüğü katsayısı < 1.10 geniş düzey; $1.10 \leq$ etki büyüklüğü katsayısı < 1.45 çok geniş düzey; $1.45 \leq$ etki büyüklüğü katsayısına sahip çalışmalar muazzam düzeyde etkiye sahiptir.

Yayın yanlılığı, yayınlanmış literatürde görünen araştırma, tamamlanmış çalışmaların popülasyonunu sistematik olarak temsil etmediğinde ortaya çıkar (Rothstein, Sutton ve Borenstein, 2005). Meta-analiz çalışmalarında güvenilirliği tehdit eden en önemli faktördür (Kanadlı, 2016). Yayınlanmış ve yayınlanmamış çalışmalar meta-analize dâhil edilerek yayın yanlılığı giderilebilir. Ayrıca çalışmaların yayınlanmış ve yayınlanmamış olması durumuna göre kategorik bir moderatör analizi yapılabilir (Card, 2012). Mevcut araştırmada yayın yanlılığının

bulunup bulunmadığı Huni Grafiği ve Rosenthal FSN yöntemleri yardımıyla incelenmiştir. Araştırmaya dâhil edilen çalışmaların alt gruplara (yayın türü, öğrenim düzeyi, uygulama süresi, örneklem büyüklüğü, araştırma desen türü ve öğrenme alanı) göre etki büyüklükleri analog ANOVA (Üstün ve Eryılmaz, 2014) ile çözümlenmiştir.

Etik Konular

Araştırma etiğine uygun olarak Etik Kurul onayı alınmıştır.

Bulgular

Bu bölümde, incelenen çalışmaların meta-analiz yoluyla birleştirilmesiyle elde edilen bulgular iki aşamada verilmiştir. Birinci aşamada çalışmaların genel etki büyüklüğüne ilişkin bulgular, ikinci aşamada çalışmalardaki moderatör değişkenlere ilişkin alt problemin bulgularına yer verilmiştir.

Çalışmaların Genel Etki Büyüklüğüne İlişkin Bulgular

Araştırmada 5E öğrenme modeline dayalı çalışmaların ders kitabına dayalı mevcut öğretim yöntemlerine kıyasla matematik başarısı üzerindeki etkileri karşılaştırılmıştır. Çalışmaların genel etki büyüklüğünün hesaplanmasında öncelikle kullanılması gereken uygun model olan SEM ile çalışmaların homojenliği test edilmiş ve aşağıdaki tabloda elde edilen bulgular sunulmuştur.

Tablo 1

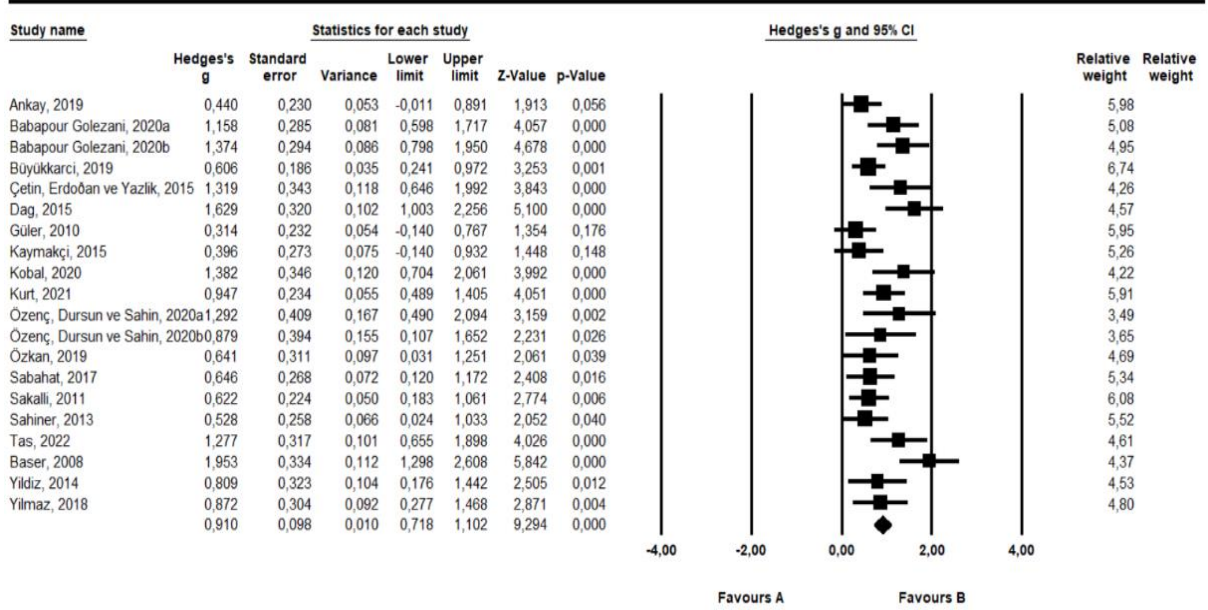
Çalışmaların Genel Etki Büyüklükleri

Model	Etki Büyüklüğü	sd	Q	Ki-Kare Tablo Değeri	Standart Hata	I ²	Güven Aralığı %95	
							Alt Sınır	Üst Sınır
SEM	.847	19	45.22	30.144	.062	57.991	.725	.969
REM	.910	19	9		.098		.718	1.102

Tablo 1’de çalışmaların genel etki büyüklükleri verilmiştir. SEM’e göre genel etki büyüklüğü Hedges $g = .847$ (%95 GA = .725 - .969) olarak bulunmuştur. Hesaplanan homojenlik değeri $Q = 45.229$, χ^2 tablosunda %95 güven aralığında 19 serbestlik derecesinde hesaplanan kritik değerden büyüktür. Bu bağlamda çalışmalar arası dağılım heterojen olduğundan SEM’nin değil REM’nin uygun olduğu belirlenmiştir. Heterojenliğin diğer bir ölçütü olan I^2 indeksi ise %58’e yakındır. I^2 indeksine göre çalışmalar arasında orta düzeyde heterojenlik vardır. REM’e göre genel etki büyüklüğü Hedges $g = .910$ (%95 GA = .718 - 1.102) bulunmuştur. Genel etki büyüklüğünün pozitif olması genel etkinin 5E öğrenmeye dayalı öğretimin uygulandığı deney grubu lehine olduğuna işarettir. Bu etki, 5E öğrenme modelinin matematik başarısını arttırmada geniş düzeyde etkisinin olduğunu göstermektedir (Thalheimer ve Cook, 2002).

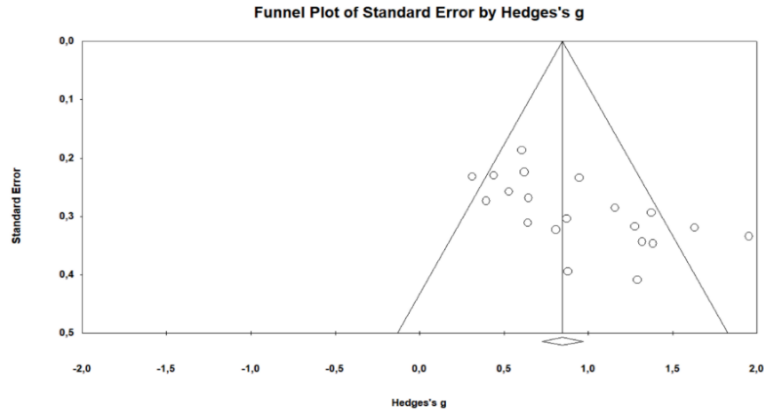
Şekil 1’de 5E öğrenme modelinin matematik başarısı üzerindeki etkisinin incelendiği çalışmaların REM’e göre genel etki büyüklüğünün yanı sıra her bir çalışmanın bireysel etki büyüklüğü ve genel etki büyüklüğü üzerindeki ağırlıklarını açıklayan orman grafiği verilmiştir. Bu grafikte incelenen çalışmaların etki büyüklükleri karşılaştırıldığında; en küçük etki değerine sahip çalışmanın Hedges $g = .314$ (Güler, 2010), en büyük etki değerine sahip çalışmanın Hedges $g = 1.953$ (Başer, 2008) olduğu belirlenmiştir. Etki büyüklüklerinin tamamı pozitif etkiye sahip olduğundan dolayı yayınlanmış çalışmaların 5E öğrenme modelinin uygulandığı deney grubunun lehinde bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Çalışmaların on yedisinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın bulunduğu, ancak üç tanesinde anlamlı bir farklılığın olmadığı belirlenmiştir. Aynı zamanda çalışmaların tamamının etki büyüklükleri pozitifdir. Öte yandan çalışmalar bireysel etki büyüklüğüne göre sınıflandırıldığında (Thalheimer ve Cook, 2002); iki çalışma küçük, altı çalışma orta, dört çalışma geniş, altı çalışma çok geniş ve iki çalışma muazzam düzeyde etki büyüklüğüne sahiptir.

Meta-Analysis



Şekil 1. Çalışmalara ait etki büyüklüklerinin dağılımı

Araştırmada 5E öğrenme modelinin matematik başarısı üzerindeki genel etki büyüklüğünün güvenilirliği ve yayın yanlılığı, Huni Grafiği ve Rosenthal FSN yöntemleri ile incelenmiştir. Huni Grafiği Şekil 2'de ve Rosenthal FSN değeri Tablo 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Çalışmalara ait huni grafiği

Yayın yanlılığı olması durumunda çalışmalara ilişkin etki büyüklükleri Huni grafiğinde asimetric bir şekilde yer alır, yayın yanlılığı olmaması durumunda ise simetric bir dağılım gösterirler (Dinçer, 2021). Şekil 2 incelendiğinde göreceli olarak çalışmaların etki büyüklüklerinin grafikte simetric olarak yayıldığı söylenebilir. Bu durum yayın yanlılığının düşük olduğunu göstermektedir. Ayrıca Tablo 2'de hesaplanan Rosenthal FSN değeri ($N = 1034$), bu meta-analiz çalışmasının yayın yanlılığına karşı dirençli olduğunu göstermektedir (Rosenthal, 1979). Bu nedenle, varsayımsal olarak, bu analizde elde edilen ve Rosenthal FSN $> 5k+10$ sınırını ($5 \times 20 + 10 = 110$) karşılayan etkiyi geçersiz kılmak için 1034 eksik çalışmanın bulunması gerekirdi.

Tablo 2

Rosenthal FSN Değerine Ait Veriler

Gözlenen çalışmaları için Z değeri	14.22529
Gözlenen çalışmaları için p değeri	.00000
Alfa	.05
Yön	2
Alfa için Z değeri	1.95996
Gözlenen çalışma sayısı	20
p değerini > alfa'ya getirecek çalışma sayısı	1034

Çalışmalardaki Moderatör Değişkenlere İlişkin Alt Problemin Bulguları

Yayın yanlılığının değerlendirilmesi yapıldıktan sonra, etki büyüklüklerinin matematik başarısıyla ilişkili olarak moderatör değişkenlere (yayın türü, öğrenim düzeyi, uygulama süresi, örneklem büyüklüğü, desen türü, öğrenme alanı) göre anlamlı farklılık gösterip göstermediğini belirlemek için uygulanan alt grup analog ANOVA sonuçları Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3

Çalışmaların Moderatör Değişkenlere Göre Alt Grup Analog ANOVA Sonuçları

Çalışma Karakteristikleri	Gruplar-arası Homojenlik Değeri (QB)	p	n	Etki Büyüklüğü (SE)	ES (%95 CI)		Standart Hata (SE)
					Alt	Üst	
<i>Yayın türü</i>	2.339	.310					
Yüksek Lisans			13	.823	.574	1.071	.127
Doktora			4	1.055	.657	1.454	.204
Makale			3	1.176	.747	1.605	.219
<i>Öğrenim düzeyi</i>	1.291	.525					
İlkokul			3	.790	.418	1.161	.189
Ortaokul			4	1.089	.699	1.479	.199
Lise			13	.872	.611	1.132	.133
<i>Uygulama süresi (hafta)</i>	2.422	.298					
1-3			6	.708	.377	1.039	.029
4-6			11	1.036	.765	1.307	.019
7-9			3	.812	.414	1.209	.041
<i>Örneklem büyüklüğü</i>	7.169	.028					
0-40			4	1.235	.872	1.597	.185
41-80			14	.899	.651	1.147	.126
81-120			2	.613	.332	.894	.143
<i>Desen Türü</i>	.209	.647					
Öntest-sontest kontrol gruplu			7	.835	.414	1.256	.215
Yarı deneysel			13	.943	.757	1.129	.095
<i>Öğrenme Alanı</i>	3.502	.320					
Cebir			6	.841	.563	1.119	.142
Geometri			2	.939	.186	1.692	.384
Geometri ve Ölçme			5	1.235	.838	1.633	.203
Sayılar ve İşlemler			7	.762	.413	1.112	.178

Tablo 3'e bakıldığında, 5E öğrenme modelinin ders kitabına dayalı mevcut öğretim yöntemine kıyasla öğrencilerin matematik başarısı üzerindeki etkisi yayın türü açısından incelendiğinde anlamlı bir farklılık yoktur (QB = 2.339; $p > .05$; $sd = 2$). Yayın türü moderatör değişkeni bakımından etki büyüklüklerinin sıralanması; makale (ES = 1.176; $n = 3$), doktora tezi (ES = 1.055; $n = 4$) ve yüksek lisans tezi (ES = .823; $n = 13$) şeklindedir. 5E öğrenme modelinin, ders kitabına dayalı mevcut öğretim yöntemine kıyasla öğrencilerin matematik başarısı üzerindeki etkisi öğrenim düzeyi açısından incelendiğinde anlamlı bir farklılık yoktur (QB = 1.291; $p > .05$; $sd = 2$). Öğrenim düzeyi değişkeni bakımından etki büyüklüklerinin sıralanması; ortaokul (ES = 1.089; $n = 4$), lise (ES = .872; $n = 13$) ve ilkokul (ES = .790; $n = 3$) şeklindedir. 5E öğrenme modelinin ders kitabına dayalı mevcut öğretim yöntemine kıyasla öğrencilerin matematik başarısı üzerindeki etkisi uygulama süresi açısından incelendiğinde anlamlı bir farklılık yoktur (QB = 2.422; $p > .05$; $sd = 2$). Uygulama süresi değişkeni bakımından etki büyüklüklerinin sıralanması; 4-6 hafta (ES = 1.036; $n = 11$), 7-9 hafta (ES = .812; $n = 3$) ve 1-3 hafta (ES = .708; $n = 6$) şeklindedir. 5E öğrenme modelinin ders kitabına dayalı mevcut öğretim yöntemine kıyasla öğrencilerin matematik başarısı üzerindeki etkisi örneklem büyüklüğü açısından incelendiğinde anlamlı bir farklılık bulunmuştur (QB = 7.169; $p < .05$; $sd = 2$). Örneklem büyüklüğü değişkeni bakımından etki büyüklüklerinin sıralanması; 0-40 (ES = 1.235; $n = 4$), 41-80 (ES = .899; $n = 14$) ve 81-120 (ES = .613; $n = 2$) şeklindedir. 5E öğrenme modelinin ders kitabına dayalı mevcut öğretim yöntemine kıyasla öğrencilerin matematik başarısı üzerindeki etkisi desen türü açısından incelendiğinde anlamlı bir farklılık bulunmuştur (QB = .209; $p > .05$; $sd = 1$). Desen türü değişkeni bakımından etki büyüklüklerinin sıralanması; yarı deneysel (ES = .943; $n = 13$) ve ön test son test kontrol gruplu (ES = .835; $n = 7$) şeklindedir. 5E öğrenme modelinin ders kitabına dayalı mevcut öğretim yöntemine kıyasla öğrencilerin matematik başarısı üzerindeki etkisi öğrenme alanı açısından incelendiğinde anlamlı bir farklılık yoktur (QB = 3.502; $p > .05$; $sd = 3$). Öğrenme alanı değişkeni bakımından etki büyüklüklerinin sıralanması; geometri ve ölçme (ES = 1.235; $n = 5$), geometri (ES = .939; $n = 2$), cebir (ES = .841; $n = 6$) ve sayılar ve işlemler (ES = .762; $n = 7$) şeklindedir.

Sonuç ve Tartışma

Bu araştırmada 20 deneysel çalışmanın bireysel etki büyüklükleri meta-analiz yöntemiyle birleştirilmiş, 5E öğrenme modelinin ders kitabına dayalı mevcut öğretim yöntemine kıyasla matematik başarısı üzerindeki genel etki büyüklüğü hakkında daha genelleştirilebilir sonuçlara ulaşılmıştır.

Çalışmalara Ait Meta-Analiz Sonuçları

Araştırma kapsamına alınan 20 çalışmanın genel etki büyüklüğü hesaplanmış ve Q ile p istatistikleri sonucuna göre çalışmaların heterojen yapıda olduğu belirlenmiştir. Heterojenlik testi sonucuna göre model olarak REM tercih edilmiş ve genel etki büyüklüğü, Hedges $g = .910$ çıkmıştır. Bundan ötürü 5E öğrenme modelinin matematik başarısı üzerinde *geniş düzeyde* bir etkisinin olduğu söylenebilir (Thalheimer ve Cook, 2002). Benzer çalışmalarda; Özgül (2021) probleme dayalı öğretimin, Uysal (2021) matematiksel modellemenin akademik başarı üzerinde etkisinin geniş düzeyde olduğunu bulmuşlardır. Başarı açısından ilgili çalışmaların sonuçları, mevcut bu araştırmanın sonuçlarıyla tutarlılık göstermektedir (Çetin ve Özdemir, 2018). Ancak farklı sonuçlara ulaşan çalışmalarda öğrenci merkezli eğitimin, başarı üzerinde orta düzeyde genel bir etki göstermiş olmasının yanında öğrencilerin başarısını geliştirmede önemli bir ölçüt olabileceği de rapor edilmiştir (Li, Ding ve Zhang, 2021). Öte yandan incelenen çalışmaların, büyük bir kısmında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın bulunduğu, ancak üç tanesinde anlamlı bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir. Tüm çalışmaların Hedges g etki büyüklükleri pozitif yöndedir. Bireysel etki büyüklükleri göz önüne alındığında en büyük etki büyüklüğü Başer (2008), en küçük etki büyüklüğü de Güler'in (2010) çalışmasıdır. Ayrıca her çalışmanın bireysel etki büyüklüğü sınıflandırıldığında; iki tanesi küçük, altı tanesi orta, dört tanesi geniş, altı tanesi çok geniş ve iki tanesi muazzam düzeyde etki büyüklüğüne sahiptir (Thalheimer ve Cook, 2002). Öte yandan, Huni Saçılım Grafiği ve Rosenthal FSN yöntemleri ile değerlendirilen yayın yanlılığı testi sonuçları; yayın yanlılığının bu meta-analiz sonuçlarının geçerliliği için tehdit oluşturma olasılığının olmadığını göstermiştir.

Çalışmaların Farklı Alt Gruplara (Moderatör Değişken) Göre Analog ANOVA Sonuçları

Yayın türüne göre çalışmaların matematik başarısına olan etkisi *geniş düzeyde* bulunmuştur. En büyük etki büyüklüğü makalelerde, en düşük etki büyüklüğü yüksek lisans tezi türündeki çalışmalardadır, ancak yayın türü açısından etki büyüklükleri arasındaki bu fark anlamlı bulunmamıştır. Ayaz (2015) çalışmasında, doktora tezleri ve makalelerde en yüksek etki büyüklüğü değerinin bulunduğu, ancak bu farklılığın anlamlı olmadığını tespit etmiştir. Yüksek lisans tezlerine göre doktora tezleri ve makaleler daha uzman araştırmacılar tarafından yapıldığı için daha sağlıklı sonuçlar verebildiğine dikkat çekmiştir. Bundan ötürü en yüksek etki büyüklüğünün makale türündeki çalışmalarda olmasının nedeni, daha uzman araştırmacılar tarafından yapılması olabilir. Buna göre 5E öğrenme modelinin matematik başarısına üç yayın türünde de aynı düzeyde pozitif katkılar sağladığı sonucuna varılabilir.

Çalışmaların öğretim kademesi açısından matematik başarısı üzerindeki etkisi geniş düzeydedir. En büyük etki büyüklüğü ortaokul düzeyinde, devamında lise düzeyinde olup en düşük etki büyüklüğü ise ilkokul düzeyinde yapılmış çalışmalardadır. Öğretim kademesine göre oluşturulmuş gruplar arasındaki farkın anlamlı olmadığı bulunmuştur. Konu ile ilgili yapılmış meta-analiz çalışmalarında benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Li ve diğerleri (2021) çalışmalarında, öğretim kademesi açısından, öğrenci merkezli öğretimin ortaokul öğrencilerinin akademik başarısı üzerindeki pozitif etkisinin ilkokul ve lise öğrencilerine kıyasla daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Bunun nedenlerini şöyle sıralamışlardır. Ortaokul öğrencileri psikolojik ve bilişsel olarak olgun olma eğilimindedir. Özerk öğrenme için belirli bir temele sahiptirler, öğrenci merkezli öğretim süreçlerine daha eksiksiz katılabilmekte ve entelektüel bütünlük geliştirmektedirler, bu da onların potansiyel olarak akademik ilerlemesine yol açar. İlkokul öğrencilerinde, fiziksel ve psikolojik koşullar henüz olgunlaşmadığından, öğrenim materyalleri üzerinde kontrol duygularının zayıf olması ve diğer öğrencilerle bağlarının olmaması nedeniyle aynı düzeyde akademik ilerleme sağlayamamaktadır. Lise düzeyindeki öğrencilerin keşif ve değerlendirme gibi üst düzey bilişsel özelliklerini ortaokul ve ilkokul düzeyindeki öğrencilere göre daha iyi kullanabilmeleri, bilgi birikimlerinin daha fazla olması lise düzeyinde yapılan çalışmaların daha büyük etkiye sahip olmasının nedeni olabileceğini açıklamışlardır. Ayrıca yükseköğretim düzeyindeki küçük etki büyüklüğünün, daha düşük bir öğrenme motivasyonuna ve disiplinsiz bir öğrenme tutumuna bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Benzer bir meta-analiz çalışmasında Şad ve diğerleri (2017) çağdaş öğrenme yaklaşımlarının matematik başarısına etkisinin ilkokul kademesinde orta etkide, ortaokul ve lise kademesinde büyük bir etkide olduğunu ve bu farklılığın anlamlı olmadığını ortaya koymuşlardır. Preston (2007) öğretim kademelerinde; öğrenci merkezli bir yaklaşımla eğitim gören öğrencilerin, öğretmen merkezli bir yaklaşımla eğitim görenlere göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek matematik başarısına sahip olduğunu rapor etmiştir. Ayrıca eğitim seviyelerine göre öğrenci merkezli öğretimde (öğretmen merkezli öğretime kıyasla) en büyük etki büyüklüğünün K-6 (ana okuldan 6. sınıfa kadar) öğretim kademesinde, sonra K-12 (üniversite öncesi) öğretim kademesinde ve en düşük etki büyüklüğünün de 7-12 (7. sınıftan 12. sınıfa kadar) öğretim kademesinde olduğunu tespit etmiştir. İlgili çalışmadan elde edilen bulgular mevcut bu araştırmanın sonuçlarıyla paralellik göstermektedir. Diğer yandan,

literatürde meta-analiz kullanılarak farklı sonuçlar elde eden çalışmalarda, 5E öğrenme modelinin öğrencilerin akademik başarıları (fen bilimleri dersleri) üzerindeki en büyük etkisinin üniversite öğrencileri üzerinde, en az etkisinin ilkökul öğrencileri üzerinde olduğu belirtilmiştir (Kozcu-Çakır ve Güven, 2019). Benzer sonuçlara ulaşılan çoğu çalışma sonuçlarından ötürü, 5E öğrenme modelinin matematik başarısına üç öğretim kademesinde de (ilkokul, ortaokul ve lise) aynı düzeyde olumlu katkılar sağladığı sonucuna ulaşılabilir.

Çalışmaların uygulama süresine göre matematik başarısı üzerinde *geniş düzeyde* etkisinin olduğu bulunmuştur. En büyük etki büyüklüğüne sahip uygulama süresi 4-6 hafta, en düşük etki büyüklüğü 1-3 hafta aralığındadır, ancak bu farklılık anlamlı değildir. Bu sonuç deneysel işlemin gerçekleştiği zamandan bağımsız olarak çağdaş öğrenme yaklaşımlarının öğrencilerin akademik başarıları üzerinde etkili olduğu bulgusuyla (Şad ve diğ., 2017) tutarlılık göstermektedir. Bu da mevcut araştırmanın sonucunu destekleyici kanıtlar sunmaktadır. Diğer yandan 5E öğrenme modeline dayalı deneysel bir çalışmada uygulama süresinin, modelin her bir aşaması için kullanılacak etkinliklerin yapısına bağlı olarak değişebileceği (4, 5 haftadan uzun bir süre) düşünüldüğünde, çalışmada ulaşılan uygulama süresinin anlamlı bir etkisinin olmadığı sonucunun deneysel çalışmanın doğasına çok uygun olmadığı söylenebilir.

Araştırmadan elde edilen diğer önemli bir sonuç çalışmaların uygulandığı örneklem büyüklüğünün matematik başarısı üzerinde *geniş düzeyde* bir etkisinin olduğudur. 0-40 kişi aralığındaki örneklem büyüklüğünün seçildiği çalışmaların geniş düzeydeki etki büyüklüğü, sırasıyla 41-80 kişi ile 81-120 kişi aralığındaki örneklem büyüklüğünün kullanıldığı çalışmalara kıyasla daha büyüktür. Örneklem büyüklüğü açısından etki büyüklükleri arasındaki bu farklılık anlamlı çıkmıştır. Bu çerçevede 5E öğrenme modelinin öğrencilerin matematik başarısı üzerindeki etkisinin örneklem büyüklüğünden etkilendiği sonucuna varılabilir. Daha açık bir ifadeyle, göreceli olarak örneklem sayısının küçük olması 5E öğrenme modelinin öğrencilerin matematik başarısı üzerindeki etkisinin artmasını sağlayabilir. Bunun nedeni küçük örnekleme sahip çalışmalarda uygulayıcıların ders takibini ve zaman yönetimini daha iyi yapmasından kaynaklı olabilir. Dolaylı olarak öğrencilerin sınıf mevcudundan olumsuz etkilendiği ve öğrenci sayısından dolayı öğrenme etkinliklerinde fazla aktif olamadığı söylenebilir. Yani sınıf mevcudu azaldıkça öğrenciler bireysel olarak 5E öğrenme modelini temel alan etkinliklere daha aktif katılım sağlayabilir ve bu yönde matematik başarıları da artabilir. Bu araştırmanın sonuçları yapılmış küçük örneklem gruplu deneysel çalışmaların sonuçları (Çelik, 2013; Saygılı, 2021) ve aynı zamanda matematik başarısı üzerinde yenilikçi öğrenme yaklaşımlarının etkisinin öğrenci sayısının azalmasıyla arttığını ortaya koyan çalışmalarla tutarlılık göstermektedir (Şad ve diğ., 2017).

Öte yandan bu çalışmada 5E öğrenme modeline dayalı çalışmaların desen türüne göre matematik başarısı üzerinde *geniş düzeyde* etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Yarı deneysel çalışmaların (yansız atamanın yapılmadığı) etki büyüklüğü ön test - son test kontrol gruplu çalışmaların (yansız atamanın yapıldığı) etkisinden büyüktür ve desen türlerine göre etki büyüklükleri arasındaki bu fark anlamlı bulunmamıştır. Özdemir (2020) çalışmasında en büyük etki büyüklüğünün yarı deneysel çalışmalara ait olduğunu ve çalışmaların desen türü arasındaki bu farklılığın anlamlı olmadığını belirlemiştir. Benzer bir çalışmada Kanadlı (2016) yarı deneysel desende modellenen çalışmaların akademik başarı üzerindeki ortak etki büyüklüğünü büyük, gerçek deneysel desendeki çalışmaların ortak etki büyüklüğünü orta düzeyde bulmuş ve moderatör analiz sonucunda bu farkın anlamlı olmadığını saptamıştır. Elde edilen bulgular mevcut bu çalışmanın sonucunu destekler niteliktedir. Gerçek deneysel desenin temel özelliği, kontrol grubu içermesi ve bireylerin deney / kontrol gruplarına yansız / raslantısal (random) olarak atanmasıdır (İlhan ve Gezer, 2021). Gerçek deneysel desende tasarlanamayan bir araştırma için en uygun alternatif yöntem yarı deneysel desendir. Yarı deneysel desende yansız atamanın yapılması neredeyse olanaksız olup (Creswell, 2009), hangi grubun deney ya da kontrol grubu olarak atanması yansız bir şekilde belirlenir ve ön test – son test kontrol gruplu desene benzer (İlhan ve Gezer, 2021). Grupların belirlenmesi ve bireylerin gruplara atanması işlemleri açısından gerçek deneysel desen ile yarı deneysel desen arasında farklılıklar bulunmaktadır. Bundan dolayı 5E öğrenme modeline dayalı çalışmalarda yanlı ve yansız atamanın öğrencilerin matematik başarısı üzerinde anlamlı bir farklılık oluşturmadığı sonucuna ulaşılabilir.

Çalışmalar ilköğretim ve ortaöğretim öğretim programlarında yer alan beş öğrenme alanına göre incelenmiştir. Araştırmada incelenen çalışmaların öğrenme alanlarına göre matematik başarısı üzerindeki etkisi geniş düzeyde bulunmuştur. En büyük etki büyüklüğü geometri ve ölçme öğrenme alanındaki çalışmalarda, en düşük etki büyüklüğü ise sayılar ve işlemler öğrenme alanında yapılan çalışmalardadır ve öğrenme alanları açısından gruplar arasındaki bu fark anlamlı bulunmamıştır. Dikkat çekici diğer bir sonuç ise ‘veri işleme’ ve ‘olasılık’ öğrenme alanlarına ait herhangi bir çalışmanın yapılmamış olmasıdır. Olasılık sadece sekizinci sınıfta yer alan bir öğrenme alanıdır. Bu sınıf düzeyinde ilgili öğrenme alanına ayrılan ders saatinin (12 saat) azlığı ve kısmen sınırlı sayıdaki kazanım (5 kazanım) sayısından ötürü ilerleyen öğretim kademelerinde öğrencilerin olasılıkla ilgili temel bilgi ve kavramları öğrenmelerinin sınırlı düzeyde kalmasına, anlamlı öğrenme, problem çözme, olasılığa dayalı düşünme, akıl yürütme ve ilişkilendirme becerilerinin gelişmesine katkı sağlamayacağı öngörülmektedir. Öte yandan olasılık konusunun içeriği gereği soyut olması ve anlaşılmasının zor bulunması da bu konuda çalışma yapılmamasına sebep oluşturabilmektedir. Gürbüz ve Erdem (2017) güncel Matematik Dersi

Öğretim Programı'nda olasılık konusunun hangi yaş düzeyindeki öğrencilere verilmesi noktasında netlik bulunmadığını açıklamışlardır. Bu sınırlıklardan dolayı araştırmacıların ilgili öğrenme alanında deneysel desenlerin doğası gereği çalışma yapmamasına neden olabilecektir. Konu ile ilgili meta-analiz çalışmalarında öğrenme alanlarının matematik başarısı üzerindeki etki büyüklüğü ile ilgili farklı sonuçların olduğu görülmektedir. Çelik (2013) çalışmasında alternatif öğretim yaklaşımlarına dayalı öğretimin matematik başarısı açısından en büyük etki büyüklüğünün anlamlı bir şekilde geometri öğrenme alanında, en düşük etki büyüklüğünün cebir öğrenme alanında olduğunu tespit etmiştir. Öğretim programındaki diğer öğrenme alanlarına kıyasla cebir biraz daha soyut olmasından ötürü öğrencilerin matematik başarısında olumsuz bir rol alabileceğini belirtmiştir. Buna göre 5E öğrenme modelinin matematik başarısı üzerinde beş öğrenme alanında da aynı düzeyde katkılar sağladığı sonucuna varılabilir.

Araştırmada ulusal alanda yapılmış 5E öğrenme modeline dayalı öğrenmenin ders kitabına dayalı mevcut öğretim yöntemine kıyasla öğrencilerin matematik başarısı üzerindeki etkisine odaklanılmış, ancak farklı disiplinlerdeki akademik başarıya ilişkin çalışmalara ulaşılmamıştır. Yeni araştırmalarda uluslararası alanda yapılmış çalışmalar da dâhil edilerek ilgili öğrenme modelinin matematik başarısının yanında diğer disiplinlerdeki akademik başarıya, tutuma, öğrenmelerin kalıcılığına etkisi de incelenebilir. Ayrıca diğer öğrenme döngüleri modelleri (3E, 4E, 7E) veya bazı yapılandırmacı öğrenme yaklaşımlarının akademik başarı üzerindeki etkinliği karşılaştırılarak olumlu veya olumsuz yanları ortaya konabilir.

Çıkar Çatışması Beyanı

Araştırmanın yazarları, aralarında bu çalışmayı etkileyebilecek mali olan ya da olmayan herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmişlerdir.

Mali Destek

Araştırmacılar, makalelerinde sundukları çalışma için herhangi bir kamu, ticari veya kâr amacı gütmeyen kuruluştan mali destek almadıklarını belirtmişlerdir.

Etik Kurul İzin Bilgisi: *Bu araştırma, Siirt Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu'nun 02/06/2022 tarihli ve 405 sayılı kararı ile alınan izinle yürütülmüştür.*

Kaynakça / References

- Ağgöl-Yalçın, F., & Bayrakçeken, S. (2010). The effect of 5E learning model on pre-service science teachers' achievement of acid-bases subject. *International Online Journal of Educational Sciences*, 2(2), 508-531.
- Alshehri, M. A. (2016). The impact of using (5E's) instructional model on achievement of mathematics and retention of learning among fifth grade students. *Journal of Research & Method in Education*, 6(1), 43-48. doi: 10.9790/7388-06214348
- Ansberry, K. R., & Morgan, E.R. (2007). *More picture-perfect science lessons: Using children's books to guide inquiry, K-4*. Arlington, VA: NSTA.
- Atkin, J. M., & Karplus, R. (1962). Discovery or invention? *The Science Teacher*, 29(5), 45-51.
- Ayaz, M. F. (2015). 5E öğrenme modelinin öğrencilerin derslere yönelik tutumlarına etkisi: Bir meta-analiz çalışması. *Elektronik Eğitim Bilimleri Dergisi*, 7(4), 29-50.
- Ayaz, M. F. ve Söylemez, M. (2015). Proje tabanlı öğrenme yaklaşımının Türkiye'deki öğrencilerin fen derslerindeki akademik başarılarına etkisi: Bir meta-analiz çalışması. *Eğitim ve Bilim*, 40(178), 255-283. doi: 10.15390/EB.2015.4000
- Ayaz, M. F. ve Şekerci, H. (2015). Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımının akademik başarıya ve tutuma etkisi: bir meta-analiz çalışması. *Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi Dergisi*, Cilt: 12-2, Sayı: 24, 27-44.
- Bakri, S., & Adnan, M. (2021). Effect of 5E learning model on academic achievement in teaching mathematics: Meta-analysis study. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 12(8), 196-204. doi: 10.17762/turcomat.v12i8.2783
- Başer, E. T. (2008). *5E modeline uygun öğretim etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin matematik dersindeki akademik başarılarına etkisi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Bıyıklı, C. (2013). *5E öğrenme modeline göre düzenlenen eğitim durumlarının bilimsel süreç becerileri, öğrenme düzeyi ve tutuma etkisi*. (Yayımlanmamış doktora tezi). Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Biber, A. Ç., Tuna, A., Gülsevinçler, D. ve Karaosmanoğlu, A. B. (2015). Matematik öğretmenlerinin 5E öğretim modeline yönelik görüşleri. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(1), 175-196. doi: 10.17556/jef.02989
- Boddy, N., Watson, K., & Aubusson, P. (2003). A trial of the five e's: A referent model for constructivist teaching and learning. *Research in Science Education*, 33, 27-42. doi: 10.1023/A:1023606425452
- Borenstein, M., Hedges, L.V., Higgins, J. P., & Rothstein, H. R. (2021). *Introduction to meta-analysis*. Chichester, West Sussex, UK: John Wiley & Sons Ltd.
- Boz-Yaman, B. (2020). Matematik eğitiminde yapılandırmacı yaklaşım. M. Ünlü (Ed.), *Uygulamalı örnekleriyle matematik öğretiminde yeni yaklaşımlar içinde* (ss. 119-141). Ankara: Pegem Akademi.
- Boz-Yaman, B. ve Bulut, S. (2019). Euler formülü öğretiminde 5E öğrenme döngüsü modeline dayalı derslerin paydaşlarının deneyimleri. *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(3), 836-852. doi: 10.17240/aibuefd.2019.19.49440-632076
- Bybee, R. W. (2009). *The BSCS 5E instructional model and 21st century skills*. Washington, DC: NABSE.
- Card, N. A. (2012). *Applied meta-analysis for social science research*. New York: Guilford Press.
- Chowdhury, S. R. (2016). A study on the effect of constructivist approach on the achievement in mathematics of IX standard students. *IOSR Journal of Humanities and Social Science (IOSR-JHSS)*, 21(2), 35-40. doi: 10.9790/0837-21223540
- Clements, D. H., & Battista, M. T. (1990). Constructivist learning and teaching. *The Arithmetic Teacher*, 38(1), 34-35. doi: 10.5951/AT.38.1.0034
- Cobb, P. (1988). The tension between theories of learning and instruction in mathematics education. *Educational Psychologist*, 23(2), 87-103. doi: 10.1207/s15326985ep2302_2
- Cooper, H. (2010). *Research synthesis and meta-analysis a step-by-step approach*. Los Angeles: Sage.
- Creswell, J. W. (2009). *Research design qualitative, quantitative, and mixed methods approach*. London: Sage.

- Çelik, S. (2013). *İlköğretim matematik derslerinde kullanılan alternatif öğretim yöntemlerinin akademik başarıya etkisi: Bir meta-analiz çalışması*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir.
- Çetin, A., & Özdemir, Ö. F. (2018). Mode-method interaction: The role of teaching methods on the effect of instructional modes on achievements, science process skills, and attitudes towards physics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(5), 1815-1826. doi: 10.29333/ejmste/85217
- Dağ, T. (2015). *5E öğrenme modeline uygun etkinliklerin ortaokul 1. sınıf öğrencilerinin matematik dersi kesirler konusundaki akademik başarılarına etkisi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Dinçer, S. (2021). *Eğitim bilimlerinde uygulamalı meta-analiz*. Ankara: Pegem Akademi.
- Ergin, İ. (2006). *Fizik eğitiminde 5E modelinin öğrencilerin akademik başarısına, tutumuna ve hatırlama düzeyine etkisine bir örnek: "İki boyutta atış hareketi"*. (Yayımlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Ergin, İ., Kanlı, U., & Ünsal, Y. (2008). An example for the effect of the 5E model on the academic success and attitude levels of students' "Inclined projectile motion." *Journal of Turkish Science Education*, 5(3), 47-59.
- Glass, G. V. (1976). Primary secondary and meta-analysis of research. *Educational Researcher*, 5(10), 3-8. doi: 10.3102/0013189X005010003
- Golezani, A. B. (2020). *Dinamik matematik öğrenme nesnelerrinin 10. sınıf öğrencilerinin başarılarına derse katılımlarına ve tutumlarına etkisi: Uluslararası bir karşılaştırma*. (Yayımlanmamış doktora tezi). Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Gricoski, D. M. (2022). *A meta-analysis examining the efficacy of flipped instruction for STEM academics*. (Unpublished dissertation). Walden University, Minnesota.
- Güler, H. K. (2010). *Karikatür kullanılarak yapılan öğretimin ilköğretim 6. sınıf öğrencilerinin matematik dersi doğal sayılar alt öğrenme alanındaki akademik başarılarına ve matematik dersine karşı tutumlarına etkisi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Gürbüz, T. (2015). *5E öğrenme modeline uygun etkinliklerin ortaokul 1. sınıf öğrencilerinin matematik dersi kesirler konusundaki akademik başarılarına etkisi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Gürbüz, R. ve Erdem, E. (2017). Olasılık konusunun öğrenilmesini zorlaştıran nedenler hakkında ortaokul matematik öğretmenlerinin görüşleri. *Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 5(2), 361-380. doi: 10.18506/anemon.258539
- Gürel, D. (2021). 5E ve 7E modeli. S. Polat ve B. Aksoy (Ed.), *Kuramdan uygulamaya sosyal bilgiler öğretiminde çağdaş öğrenme ve öğretme yaklaşımları içinde* (ss. 141-154). Ankara: Pegem Akademi.
- Hedges, L. V., & Olkin, I. (1985). *Statistical methods for meta-analysis*. San Diego, CA: Academic Press.
- Hiçcan, B. (2008). *5E öğrenme döngüsü modeline dayalı öğretim etkinliklerinin ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin matematik dersi birinci dereceden bir bilinmeyenli denklemler konusundaki akademik başarılarına etkisi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Hunter, J. E., & Schmidt, F. L. (2004). *Methods of meta-analysis: Correcting error and bias in research findings* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- İlhan, M. ve Gezer, M. (2021). Araştırmaların sınıflandırılması. B. Çetin, M. İlhan ve M. G. Şahin (Ed.), *Eğitimde araştırma yöntemleri: Temel kavramlar, ilkeler ve süreçler içinde* (ss. 101-129). Ankara: Pegem Akademi.
- Kanadlı, S. (2016). A meta-analysis on the effect of instructional designs based on the learning styles models on academic achievement, attitude and retention. *Educational Sciences: Theory and Practice* 16(6), 2057-2086.
- Kanadlı, S. (2019). A meta-summary of qualitative findings about STEM education, *International Journal of Instruction*, 12(1), 959-976. doi: 10.29333/iji.2019.12162a
- Karagöl, İ., & Esen, E. (2019). The effect of flipped learning approach on academic achievement: A meta-analysis study. *Hacettepe University Journal of Education*, 34(3), 708-727. doi: 10.16986/HUJE.2018046755

- Kozcu-Çakır, N., & Güven, G. (2019). Effect of 5E learning model on academic achievement and attitude towards the science course: A meta-analysis study. *Cukurova University Faculty of Education Journal*, 48(2), 2019, 1111-1140. doi: 10.14812/cufej.544825
- Li, Y. D., Ding, G. H., & Zhang, C. Y. (2021). Effects of learner centred education on academic achievement: A meta-analysis. *Educational Studies*, 47, 1-14. doi: 10.1080/03055698.2021.1940874
- Lipsey, M. V., & Wilson, D.B. (2001). *Practical meta-analysis: Applied social research methods* (Series Volume 49). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Littell, J. H., Corcoran, J., & Pillai, V. (2008). *Systematic reviews and meta-analysis*. New York: Oxford University Press.
- Loyens, S. M. M., & Gijbels, D. (2008). Understanding the effects of constructivist learning environments: Introducing a multi-directional approach. *Instructional Science*, 36(5/6), 351-357. doi: 10.1007/s11251-008-9059-4
- McWright, C. N. P. (2017). *A comparative study teaching chemistry using the 5e learning cycle and traditional teaching with a large English language population in a middle-school setting*. Unpublished dissertation). The University of Southern Mississippi, USA.
- Metin, M. ve Özmen, H. (2009). Sınıf öğretmeni adaylarının yapılandırmacı kuramın 5E modeline uygun etkinlikler tasarlarlarken ve uygularken karşılaştıkları sorunlar. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, 3(2), 94-123.
- Metin, M., Coskun, K., Birisci, S., & Kaleli-Yilmaz, G. (2011). Opinions of prospective teachers about utilizing the 5E instructional model. *Energy Education Science and Technology Part B: Social and Educational Studies*, 3(4), 411-422.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (2002). *The qualitative researcher's companion*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Odili, G. A. (2006). *Mathematics in Nigerian secondary schools: A teaching perspective*. Lagos: Anachuna Educational Books.
- Omotayo, S. A., & Adeleke, J. A. (2017). The 5E instructional model: A constructivist approach for enhancing students' learning outcomes in mathematics. *JISTE*, 21(2), 15-26.
- Özdemir, Z. N. (2020). *Türkiye'de gerçekçi matematik eğitiminin matematik başarısına etkisi üzerine bir meta-analiz çalışması*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Özden, Y. (2003). *Öğrenme ve öğretme*. Ankara: Pegem Akademi.
- Özenç, M., Dursun, H., & Şahin, S. (2020). The effect of activities developed with web 2.0 tools based on the 5E learning cycle model on the multiplication achievement of 4th graders. *Participatory Educational Research*, 7(3), 105-123. doi: 10.17275/per.20.37.7.3
- Özgül, B. (2021). *Probleme dayalı öğrenme yaklaşımının etkililiği: Bir meta-analiz çalışması*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Burdur.
- Polat, S. ve Aksoy, B. (2021). *Sosyal bilgiler öğretiminde çağdaş öğrenme ve öğretme yaklaşımları*. Ankara: Pegem Akademi.
- Preston, J. A. (2007). *Student-centered versus teacher-centered mathematics instruction: A meta-analysis*. (Unpublished dissertation). Indiana University of Pennsylvania, Indiana.
- Ranjan, S., & Padmanabhan, J. (2018). 5E approach of constructivist on achievement in mathematics at upper primary level. *Educational Quest*, 9(3), 239-245. doi: 10.30954/2230-7311.2018.12.6
- Rosenthal, R. (1979). The file drawer problem and tolerance for null results. *Psychological Bulletin*, 86(3), 638-641. doi: 10.1037/0033-2909.86.3.638
- Rothstein, H. R., Sutton, A. J., & Borenstein, M. (Eds.) (2005). *Publication bias in meta-analysis: Prevention, assessment and adjustments*. Chichester, England: John Wiley & Sons.
- Saygılı, H. (2021). *Öğrenme yönetim sistemi (LMS) kullanımının matematik başarısına etkisi: Meta-analiz çalışması*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya.
- Şad, S. N., Kış, A., & Demir, M. (2017). A meta-analysis of the effect of contemporary learning approaches on students' mathematics achievement. *Hacettepe University Journal of Education*, 32(1), 209-227. doi: 10.16986/HUJE.2016017222

- Şen, S. ve Yıldırım, İ. (2020). *CMA ile meta-analiz uygulamaları*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Tezer, M., & Cumhuri, M. (2017). Mathematics through the 5E instructional model and mathematical modelling: The geometrical objects. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(8), 4789-4804. doi: 10.12973/eurasia.2017.00965a
- Thalheimer, W., & Cook, S. (2002). How to calculate effect sizes from published research: A simplified methodology. *Work-Learning Research*, 1, 1-9.
- Tuna, A. (2013). The influence of the 5E model on the elimination of misconceptions on the subject of trigonometry. *International Journal of Academic Research*, 5(3), 14-21. doi: 10.7813/2075-4124.2013/5-3/3
- Tuna, A., & Kaçar, A. (2013). The effect of 5E learning cycle model in teaching trigonometry on students' academic achievement and the permanence of their knowledge. *International Journal on New Trends in Education and Their Implications*, 4(1), 73-87.
- Turan, S., & Matteson, S. M. (2021). Middle school mathematics classrooms practice based on 5E instructional model. *International Journal of Education in Mathematics, Science, and Technology (IJEMST)*, 9(1), 22-39. doi: 10.46328/ijemst.1041
- Uysal, H. G. (2021). *Matematiksel modellemenin öğrencilerin başarısına, ders tutumuna ve matematiksel modelleme yeterliklerine etkisi: Bir meta-analiz çalışması*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Mersin Üniversitesi, Mersin.
- Üstün, U. ve Eryılmaz, A. (2014). Etkili araştırma sentezleri yapabilmek için bir araştırma yöntemi: Meta-analiz. *Eğitim ve Bilim*, 39 (174), 1-32. doi: 10.15390/EB.2014.3379
- Xie, C., Wang, M., & Hu, H. (2018). Effects of constructivist and transmission instructional models on mathematics achievement in Mainland China: A meta-analysis. *Frontier Psychology*, 9(1923), 1-18. doi: 10.3389/fpsyg.2018.01923
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2011). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (8. baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Ek A

Meta-Analize Dâhil Edilen Çalışmalar

1. Ankaý, E. (2019). *5E öğretim modeline dayalı eğitim bilişim ağı (EBA) kullanımının 5. sınıf öğrencilerinin kesirlerle toplama ve çıkarma işlemleri konusundaki başarısına, tutumuna ve bilgilerinin kalıcılığına etkisi.* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.
2. Başer, E. T. (2008). *5E modeline uygun öğretim etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin matematik dersindeki akademik başarılarına etkisi.* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.
3. Büyükkarcı, A. (2019). *Kodlama ile zenginleştirilmiş 5E modelinin 4. sınıf matematik başarısına, kalıcılığına ve tutumuna etkisi.* (Yayımlanmamış doktora tezi). Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Burdur.
4. Çetin, İ., Erdoğan, A. ve Yazlık, D. Ö. (2015). Geogebra ile öğretimin sekizinci sınıf öğrencilerinin dönüşüm geometrisi konusundaki başarılarına etkisi. *Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, (4), 84-92.
5. Dağ, T. (2015). *5E öğrenme modeline uygun etkinliklerin ortaokul 1. sınıf öğrencilerinin matematik dersi kesirler konusundaki akademik başarılarına etkisi.* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.
6. *Golezani, A. B. (2020). *Dinamik matematik öğrenme nesnelerinin 10. sınıf öğrencilerinin başarılarına derse katılımlarına ve tutumlarına etkisi: Uluslararası bir karşılaştırma.* (Yayımlanmamış doktora tezi). Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
7. Güler, H. K. (2010). *Karikatür kullanılarak yapılan öğretimin ilköğretim 6. sınıf öğrencilerinin matematik dersi doğal sayılar alt öğrenme alanındaki akademik başarılarına ve matematik dersine karşı tutumlarına etkisi.* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.
8. Kaymakçı, Z. (2015). *5E öğrenme modeline göre hazırlanan etkinliklerin ortaokul 2. sınıf öğrencilerinin matematik dersi cebir öğrenme alanındaki akademik başarılarına etkisi.* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.
9. Kobal, A. (2020). *10. sınıf çokgenler, dörtgenler ve yamuk konularında 5E öğrenme döngüsü modeline dayalı öğretimin öğrencilerin Van Hiele geometrik düşünme düzeylerine etkisi.* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Bahçeşehir Üniversitesi, İstanbul.
10. Kurt, M. Ş. (2021). *5E öğrenme modeline dayalı öğretimin 7. sınıf öğrencilerinin matematik başarısına ve matematiksel düşünme becerisine etkisi.* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Siirt Üniversitesi, Siirt.
11. *Özenç, M., Dursun, H., & Şahin, S. (2020). The effect of activities developed with web 2.0 tools based on the 5E learning cycle model on the multiplication achievement of 4th graders. *Participatory Educational Research*, 7(3), 105-123. doi: 10.17275/per.20.37.7.3
12. Özkan, C. (2019). *7. sınıf rasyonel sayılar konusunun 5E öğrenme modeli ile öğretiminin öğrenci başarısına ve eleştirel düşünme becerisine etkisi.* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.
13. Sabahat, A. B. (2017). *Doğrusal denklem sistemleri ve eşitsizlikler konularını 5E öğrenme döngüsü modeliyle işlemenin 8. sınıf öğrencilerinin matematik başarısına etkisi.* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.
14. Sakallı, A. F. (2011). *Karmaşık sayılar konusunun öğretiminde yapılandırmacı 5E modelinin öğrencilerin akademik başarılarına ve tutumlarına etkisi.* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş.
15. Şahiner, A. (2013). *5E modelinin ilköğretim 6. sınıf öğrencilerinin matematik dersi kümeler konusundaki erişimi ve kalıcılığına etkisi.* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Gaziantep Üniversitesi, Gaziantep.
16. Taş, S. (2022). *ADDIE tasarım modeline göre 7. sınıf matematik dersi geometri ve ölçme öğrenme alanında öğrenme ortamı tasarlanması.* (Yayımlanmamış doktora tezi). Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya.
17. Yıldız, A. (2014). *5E öğrenme döngüsü modelinin 6. sınıf öğrencilerinin geometrik başarı ve Van Hiele geometrik düşünme düzeylerine etkisi.* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.
18. Yılmaz, A. (2018). *Kavram karikatürleri destekli 5E modeli uygulamasının ortaokul öğrencilerinin matematik başarısına, öğrenme kalıcılığına ve tutumlarına etkisi.* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Bartın Üniversitesi, Bartın.

* İki farklı deney grubu içeren araştırmalardır. Bu araştırmalar ikiye çalışmada analiz edilmiştir.