Yaşadıkça Eğitim, Cilt 39, Sayı 3, Yıl 2025, s.593-612.
Journal of Education for Life, Volume 39, Issue 3, Year 2025, pp. 593-612.
DOI: 10.33308/26674874.2025393920

# Yapı İskelesi (Scaffolding) Yönteminin Matematik Öğretimindeki Rolü Üzerine Bir Meta-Analiz Çalışması

**Ayşegül FİLDİŞİ[1], Esra YILDIZ[2]**

**Öz:** Bu meta-analiz çalışmasının amacı, öğrenmeyi öğrenme süreçlerinde öğrencilere destek sağlayıcı bir yöntem olarak geliştirilen yapı iskelesi (scaffolding) yönteminin matematik öğretimi üzerindeki etkisini incelemektir. Meta-analiz çalışması için araştırmaya dâhil edilme ve hariç tutulma kriterlerine uyan 13 çalışma dâhil edilmiştir. Kodlanan veriler CMA 4.0 uygulaması ile analiz edilmiştir. Bu araştırma Hedge's g etki büyüklüğü kullanılarak incelenmiş olup analiz sonuçlarına göre verilerin heterojen olduğu görülmüştür. Araştırmada heterojenliğin kaynağını tespit etmek için alt disiplin ve sınıf düzeyi değişkenlerine göre analog ANOVA analizi yapılmıştır. Heterojenliğin kaynağı okul düzeyi ve alt disiplin olarak tespit edilmiştir. Ayrıca araştırmaya ait meta-regresyon analizlerine göre yaş ve teknolojik uygulama kullanımı moderatör değişkenlerinin, matematik öğretimi üzerindeki etki büyüklüğünü etkilemediği sonucuna ulaşılmıştır. Araştırma sonucunda, yapı iskelesi yönteminin matematik öğretiminde kullanılabilecek etkili ve bütünleştirici bir yöntem olduğu tespit edilmiştir. İskelenin matematik eğitiminde en etkili olduğu koşulları daha iyi tespit edebilmek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

*Anahtar Sözcükler:* Yapı İskelesi, Matematik Öğretimi, Öğrenme Desteği

## A Meta-Analysis Study on the Role of the Scaffolding Method in Teaching Mathematics

**Abstract**: The aim of this meta-analysis study is to examine the effect of the scaffolding method, which is designed as a supportive approach to promote self-directed learning, on mathematics instruction. Thirteen studies that met the inclusion and exclusion criteria for the meta-analysis were included in the research. The coded data were analyzed using the CMA 4.0 software. This study was analyzed using Hedge's g effect size, and the results indicated that the data were heterogeneous. To identify the source of heterogeneity, an analog ANOVA analysis was performed based on sub-discipline and grade level variables. The source of heterogeneity was found to be school level and sub-discipline. Additionally, according to meta-regression analyses in the study, it was concluded that age and the use of technological applications as moderator variables did not affect the effect size on mathematics instruction. The results of the study revealed that the scaffolding method is an effective and integrative approach that can be used in mathematics instruction. Further research is needed to better identify the conditions under which scaffolding is most effective in mathematics education.

*Keywords:* Scaffolding, Mathematics Teaching, Learning Support

Geliş Tarihi:01.03.2025 Kabul Tarihi:12.06.2025 Makale Türü: Araştırma Makalesi

[1] İstanbul Medeniyet Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, İstanbul, Türkiye, e-posta: aysegulfildisi@gmail.com, ORCID: https://orcid.org/0009-0001-9947-9036

[2] İstanbul Medeniyet Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, İstanbul, Türkiye, e-posta: esra.yildiz@medeniyet.edu.tr, ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2771-4647

**Atıf için/ To cite:**
Fildişi, A., & Yıldız, E. (2025). Yapı iskelesi (scaffolding) yönteminin matematik öğretimindeki rolü üzerine bir meta-analiz çalışması. *Yaşadıkça Eğitim*, *39*(3), 593–612. https://doi.org/10.33308/26674874.2025393920

Matematik öğretimi, öğrencilerin matematiksel kavramları anlamlandırmalarına ve bu kavramları günlük hayatta uygulamaya geçirmelerine rehberlik eden dinamik bir süreçtir (Cobb ve diğerleri, 2000). Bu süreç, öğrencilerin matematiksel düşünme becerilerini geliştirmeyi, problem çözme yetkinliklerini artırmayı ve kavramlar arasında anlamlı bağlantılar kurmalarını hedefler. Ancak, matematiksel kavramların soyut doğası, bu bilgilerin öğrencilerin yaşantılarıyla ilişkilendirilmesini ve öğrenme sürecine aktif katılımlarını gerekli kılar. Bu doğrultuda, öğretim sürecinde öğrencilerin farklı öğrenme stillerine hitap eden stratejilerle desteklenmeleri büyük önem taşımaktadır (Anghileri, 2006). Öğretmenlerin ise bu süreci destekleyecek şekilde, öğrenme ortamlarını hem bireysel düşünmeyi teşvik edecek hem de matematiksel olarak geçerli anlayışların gelişimini destekleyecek biçimde yapılandırmaları gerekmektedir. Bu tür öğrenme ortamlarının etkili bir şekilde oluşturulabilmesi için öğrencilere uygun zamanda ve düzeyde rehberlik sağlayan yaklaşımların kullanılması kritik bir rol oynamaktadır. Bu anlamda, öğretimin etkinliğini artırmak amacıyla benimsenen yaklaşımlardan birisi de yapı iskelesi (scaffolding) yaklaşımıdır. Yapı iskelesi yaklaşımı, öğrencilerin karmaşık matematiksel kavramları daha kolay anlamalarını sağlamak üzere geçici destekler sunmakta ve bu destekler zamanla geri çekilerek öğrencilerin bağımsız öğrenme becerilerini geliştirmelerini amaçlamaktadır (Wood ve diğerleri, 1976). Böylece öğretmen rehberliğinde başlayan öğrenme süreci, öğrencinin kendi başına sürdürebileceği kalıcı bir bilgi yapısına dönüşmektedir. Bu çerçevede, matematik öğretiminde öğretmenin rolü, yalnızca bilgi aktarıcılığıyla sınırlı kalmayıp; öğrenciyi yönlendiren, öğrenme sürecine duyarlı biçimde rehberlik eden ve öğrenmeyi destekleyici bir figür olarak yeniden tanımlanmaktadır (Anghileri, 2006).

Yapı iskelesi, öğretim sürecinde öğrencilere destek sağlama ve onları kademeli olarak daha bağımsız öğrenmeye yönlendirme anlamına gelir (Hogan ve diğerleri, 1999). Yapı iskelesi metaforu; öğrencilere daha zorlu bir görevi gerçekleştirmelerine yardımcı olmak için geçici destek sağlama fikrine dayanarak, öğretmenin; öğrenme sürecinde bir iskele gibi olduğunu ifade etmeye çalışmaktadır. Bir yapının inşası için iskele, yapı sürecinde geçici bir destek sağlar ve yapı tamamlandığında kaldırılır (Hogan & Pressly, 1997). Yapı iskelesi (scaffolding), öğretmen ya da daha yetkin bir akranın sunduğu geçici destek aracılığıyla, öğrencilerin kendi başlarına gerçekleştirmekte zorlandıkları görevleri yerine getirmelerini sağlamakta ve zamanla bağımsız öğrenme becerilerini geliştirmelerine katkıda bulunmaktadır (Molleman ve diğerleri, 2014).

Yapı iskelesi yaklaşımı, öğrencinin öğrenme sürecinde giderek artan bir sorumluluk üstlenmesini ve bağımsızlık kazanmasını hedefler. Bu süreçte öğretmenin sunduğu destek kademeli olarak azaltılırken, öğrenci daha karmaşık bilgi ve becerileri edinme konusunda yetkinlik kazanır (Molleman ve diğerleri, 2014). Öğretimsel desteğin zamanla geri çekilmesi, öğrencinin bağımsız öğrenme kapasitesine ulaşmasını ve öğrenilen bilgileri uygulama, eleştirel düşünme ve problem çözme gibi üst düzey bilişsel becerileri geliştirmesini mümkün kılar. Matematik öğretiminde bu yaklaşım, kavramsal anlamayı derinleştirmekte ve öğrenmeyi daha kalıcı hâle getirmektedir. Öğrencinin, dışsal desteğe ihtiyaç duymaksızın öğrenme sürecini sürdürebilecek düzeye gelmesi, yapı iskelesinin kaldırıldığı nihai aşamayı temsil eder (Hogan ve diğerleri, 1999).

Yapı iskelesi yaklaşımı, öğrenme sürecinde yetişkin desteğinin, öğrencinin gelişim düzeyine göre kademeli olarak azaltılmasını ve bireyin zamanla bağımsız öğrenici hâline gelmesini ifade eder (Wood ve diğerleri, 1976). Bu yaklaşım, öğretmenin ya da daha yetkin bir bireyin rehberliğini merkeze alarak, öğrencinin bilgi ve beceri kazanımını adım adım desteklemeyi amaçlar. Öğrencinin destekle birlikte anlam inşasını gerçekleştirmesi ve zamanla bu desteğe ihtiyaç duymadan öğrenme sürecini sürdürebilmesi, yapı iskelesinin temel dinamiklerindendir. Öğretmen rehberliğinin, öğrencinin özgüvenini geliştirmede ve kavramsal anlamayı derinleştirmede önemli bir rol oynadığı vurgulanmaktadır (Dagoc & Tan, 2018; Huang ve diğerleri, 2022; İlyas ve diğerleri, 2013; Sutiarso ve diğerleri, 2018). Meta-analiz çalışmaları da bu yöntemin; öğrenci katılımını artırma, olumlu geri bildirim sağlama, motivasyonu yükseltme, hayal kırıklığını azaltma ve sürece uygun geçici destek sunma gibi çeşitli pedagojik avantajlar sunduğunu ortaya koymuştur. Yapı iskelesi, öğrenci merkezli bir yaklaşımı benimseyerek, bireyleri öğrenme sürecine etkin biçimde katılmaya teşvik etmektedir (Çakmak Gürel, 2023).

**Yapı İskelesinin Aşamaları**

Yapı iskelesi uygulaması, etkili bir öğretim süreci için özenli planlamayı ve öğrencilerin mevcut bilgi düzeyleri ile bireysel ihtiyaçlarının dikkate alınmasını zorunlu kılar. Tharpe ve Gallimore (1988), bireylerin yetişkin desteğinden yararlanarak öğrenme sürecinde ilerlemelerini sağlayan altı temel öğretim stratejisi tanımlamıştır:

(1) Modelleme, öğrencinin taklit edebilmesi için uygun davranış örneklerinin sunulması;

(2) beklenmedik durum yönetimi, davranışlara ilişkin ödül ve ceza sistemlerinin yapılandırılması;

(3) geri bildirim, öğrenme deneyimlerinden elde edilen bilgilerin sunulması;

(4) talimat verme, belirli eylemlere yönelik yönlendirme yapılması;

(5) sorgulama, sözel yanıtlar aracılığıyla bilişsel süreçlerin harekete geçirilmesi;

(6) bilişsel yapılandırma, öğrencinin düşünme süreçlerini düzenlemesine yardımcı olacak açıklamaların ve inanç yapılarının sağlanması.

Bu bağlamda öğretmenlerin, öğrencilerin mevcut bilgi ve beceri düzeylerini doğru biçimde değerlendirmeleri ve onları daha üst düzey kavramsal anlayışlara taşıyacak uygun ve kademeli destek mekanizmaları sunmaları büyük önem taşımaktadır. Yapı iskelesi yaklaşımının matematik öğretiminde kullanımı, öğrencilerin soyut kavramları somut zihinsel temsillere dönüştürmelerine ve problem çözme süreçlerine aktif katılımlarının sağlanmasına epistemolojik ve pedagojik düzeyde önemli katkılar sunmaktadır. Bu yaklaşım, öğrenmenin bireysel inşasına rehberlik ederken, öğretmen aracılığıyla sunulan geçici destek mekanizmaları sayesinde öğrencilerin bilişsel güvenlik içinde ve sistematik biçimde öğrenme sürecine katılmalarını olanaklı kılmaktadır (Van de Pol ve diğerleri, 2010). Yapı iskelesi uygulamaları, özellikle karmaşık problem durumlarında öğrencilerin bilişsel yükünü hafifleterek bilgi işleme süreçlerini optimize eder; bu yönüyle Sweller'in bilişsel yük kuramıyla da kuramsal bir örtüşme sergiler (Sweller, 1988). Bununla birlikte, bu yaklaşımın etkililiği, sağlanan desteğin öğrencinin mevcut bilişsel düzeyine göre zamanlamasının ve yoğunluğunun hassas biçimde ayarlanmasına bağlıdır. Aksi takdirde, aşırı yönlendirme, öğrencinin öz-düzenleme kapasitesini baskılayarak bağımsız öğrenmeyi olumsuz yönde etkileyebilir (Pea, 2004). Literatürde, yapı iskelesi stratejilerinin özellikle işbirlikli öğrenme bağlamında öğrencilerin kavramsal anlayışlarını derinleştirdiği, eleştirel düşünme becerilerini geliştirdiği ve akademik başarılarını anlamlı biçimde artırdığına ilişkin bulgular geniş bir yer tutmaktadır (Eick, 2002; Wood ve diğerleri, 1976). Bu çerçevede yapı iskelesi, yalnızca öğretim sürecine eşlik eden geçici bir destek aracı değil, aynı zamanda öğrencilerin öz-düzenleme becerilerini geliştiren, bağımsız öğrenmeyi teşvik eden ve derin öğrenmeye zemin hazırlayan kuramsal temelli bir pedagojik yöntem olarak değerlendirilmektedir.

**Araştırmanın Amacı ve Soruları**

Bu araştırmanın amacı, anaokulu, ortaokul ve lise seviyelerinde matematik derslerinde yapı iskelesi yönteminin matematik öğretimine olan katkılarını çok yönlü olarak incelemektir. Bu araştırma literatürdeki çalışmaları meta-analiz yöntemiyle inceleyerek, öğrencilerin ve öğretmenlerin matematik öğretim süreçlerinde yapı iskelesi yöntemini nasıl kullandığı üzerinde durulmuştur. Bu bağlamda incelenen çalışmalarda yapı iskelesi yönteminin matematik öğretimi üzerindeki etkisinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

Bu çalışmanın araştırma soruları;

- Yapı iskelesi yönteminin uygulama aşamaları nelerdir ve matematik öğretiminde yapı iskelesi yöntemi nasıl uygulanmıştır?
- Yapı iskelesinin matematik öğretimindeki etki büyüklüğü nedir?
- Yapı iskelesi yöntemi uygulanırken yaş ve sınıf düzeyinin matematik öğretimi üzerindeki etkisi nedir?

- Yapı iskelesinin matematik öğretimindeki rolü üzerine yapılan ve meta-analize dâhil edilen çalışmaların yanlılığı mevcut mudur?

Araştırma soruları kapsamında yapı iskelesinin, öğrencilerin matematik derslerinde öğrenmeyi öğrenme süreçlerine destek olması bakımından matematik öğretiminde süreci ne yönde ve nasıl etkilediği, matematik öğretimindeki etki büyüklüğü ve çalışmaların yanlılığı incelenmiştir.

**Araştırmanın Önemi**

Sınıf içerisindeki öğrenciler benzer yaş gruplarına ve ortak ilgi alanlarına sahip olsalar dahi, bireysel öğrenme biçimleri ve öğrenme hızları açısından önemli farklılıklar gösterebilirler (Molleman ve diğerleri, 2014). Bu durum, öğretmenin öğretim sürecine esneklik kazandırmasını ve öğrencilerin bireysel ihtiyaçlarına duyarlı bir yaklaşım benimsemesini gerekli kılmaktadır. Bu bağlamda, yapı iskelesi yöntemi, öğrencilere bireyselleştirilmiş destek sunma açısından etkili bir strateji olarak öne çıkmaktadır. Özellikle matematik öğretimi gibi kavramsal düzeyi yüksek ve soyut içeriklerin yoğun olduğu disiplinlerde, yapı iskelesi uygulamaları öğrencilerin öğrenme süreçlerine rehberlik etmek, kavramsal anlayışlarını derinleştirmek ve problem çözme becerilerini geliştirmek bakımından kritik bir rol üstlenmektedir.

Matematik öğretiminde yapı iskelesi yaklaşımının etkililiğini incelemek, öğretmenlerin bu yöntemi sınıf ortamında nasıl uygulayabileceklerine ilişkin pratik bilgiler sunması açısından önemlidir. Ayrıca, bu stratejinin öğrencilerin akademik başarıları ve öğrenmeye yönelik tutumları üzerindeki etkilerinin anlaşılması, öğretim süreçlerinin daha etkili biçimde yapılandırılmasına katkı sağlayacaktır. Yapı iskelesi, yalnızca öğrencilerin belirli bir içeriği anlamalarına değil, aynı zamanda kendi çözüm stratejilerini geliştirerek bağımsız öğrenme becerileri kazanmalarına da imkân tanır. Öğrencilerin öğrenme süreçlerine kademeli ve sistematik destek sunulması, onların öz-düzenleme becerilerini geliştirerek derin öğrenmeyi teşvik etmektedir (Molleman ve diğerleri, 2014).

Bu çalışma, yapı iskelesi yönteminin matematik öğretiminde nasıl uygulandığını ortaya koymayı ve bu yöntemin öğretmenler açısından nasıl daha işlevsel hâle getirilebileceğini meta-analiz yoluyla değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Yapı iskelesinin öğretimsel bağlamda etkili kullanımı, öğretmenlerin pedagojik strateji repertuarını zenginleştirerek, farklı düzeylerdeki öğrencilere daha uygun ve etkili öğrenme ortamları sunmalarına katkıda bulunacaktır. Bu doğrultuda araştırma, yapı iskelesi yaklaşımının uygulanabilirliğine ve öğretim sürecine entegrasyonuna dair öğretmenlere kapsamlı bir rehberlik sunmayı hedeflemektedir.

**Kapsam ve Sınırlılıklar**

Araştırmada 2010-2023 yılları arasında matematik dersi kapsamında yapılmış ve yöntem olarak yapı iskelesi uygulamalarını içeren nicel araştırmalar ile meta-analiz yapılmıştır. Bu konu ile ilgili alan yazındaki nicel çalışmaların az olması çalışmamız için sınırlılık oluşturmuştur. İncelenen 435 çalışma arasında meta-analizin veri analizi için 13 çalışmaya ulaşılmıştır. Meta-analiz yönteminin uygulanabilirliği açısından değerlendirildiğinde, 13 çalışmadan oluşan örneklem, etki büyüklüklerinin hesaplanabildiği ve metodolojik çeşitliliğin kontrol edilebildiği durumlarda anlamlı çıkarımlar yapabilmek için yeterli görülmektedir (Borenstein ve diğerleri, 2009). Analiz, 13 çalışma ile tamamlanmıştır; ancak bu sayı, elde edilen bulguların genellenebilirliğini sınırlayabileceğinden, araştırmanın önemli bir sınırlılığı olarak değerlendirilebilir.

**İlgili Çalışmalar**

Öğretmenlerin öğrencilerin bilgiye erişimini ve bilgiyi ilişkilendirme becerilerini desteklemeleri kritik bir öneme sahiptir. Yapı iskelesi yöntemi, öğretmenlerin öğrencilerin mevcut bilgileri üzerine yeni bilgiler inşa etmelerine olanak tanıyarak, öğrenme sürecindeki kavramsal bağlantıların güçlendirilmesinde önemli bir araç olarak öne çıkmaktadır (Atalay-Öcal, 2018). Literatürde, yapı iskelesi temelli yaklaşımların matematik eğitiminde etkili olduğuna dair bulgular bulunmaktadır (örn. Ardana ve diğerleri, 2017; Bature & Jibrin, 2015; Çilingir, 2018; Huang ve diğerleri, 2022; Karabay, 2020). Ardana ve ark. (2017) yerel kültürün de sürece dâhil edildiği yapı iskelesi modellerinin öğretim sürecinde önemli katkılar sağladığını ortaya koyarken; Nason ve ark. (2012) öğretmen adaylarının grup içi ve gruplar arası tartışmalar yoluyla yalnızca bilgi paylaşımını aşarak etkili yapı iskelesi oluşturabildiklerini göstermiştir. Marshman (2017) sene başında dersle bağı zayıf olan öğrencilerin motivasyon ve matematiksel düşünmeye teşvik edilmesi amacıyla yapı iskelesi destekli toplu tartışmaların etkili olduğunu göstermiştir. Bu tartışmalar, öğrencilerin iş birliği içinde çalışmasını sağlayan kolektif argümantasyon ortamları oluşturarak matematiksel anlamlandırma süreçlerini desteklemiştir.

Çilingir (2018) tarafından yürütülen çalışmada, sınıf öğretmenlerinin matematik derslerinde yapı iskelesi kullanımına yönelik yatkınlık düzeyleri incelenmiş ve özellikle kadın öğretmenlerin ve yalnızca yapılandırmacı yaklaşım temelli öğretim programlarıyla eğitim-öğretim faaliyetlerinde bulunmuş öğretmenlerin, yapı iskelesi kullanımına daha yüksek düzeyde eğilim gösterdikleri tespit edilmiştir. Bu bulgu, yapılandırmacı yaklaşımın yapı iskelesi yöntemini pedagojik açıdan desteklediğine işaret etmektedir. Gonzalez ve Jarnette (2015) öğretmenlerin hem analitik hem de sosyal yapı iskelesi kullanarak öğrencileri hem açıklayıcı hem de teşvik edici biçimde desteklediklerini ve öğrencilerin ne zaman, hangi konularda destek alacaklarını bildiklerini rapor etmiştir. Son olarak, Ben-David Kolikant ve Broza (2011), yalnızca uygulama ve tekrar temelli yöntemler yerine, anlamayı teşvik eden öğretim hedefleriyle bütünleştirilen yapı iskelesi uygulamalarının daha işlevsel olduğunu öne sürmüş; özellikle rehberli etkileşim oturumlarının düşük başarılı öğrencilerin matematiği anlamalarını olumlu yönde katkı sunduğunu belirtmişlerdir.

Erdoğan ve Erdoğan (2018) ise öğretmenin rutin olmayan problem çözme süreçlerinde öğrencileri destekleme biçimini analiz etmiş ve haftalık derslerde yüksek sayıda destekleyici eylem ve söylemde bulunulan öğrencilerin daha başarılı olduklarını saptamıştır. Karabay (2020) ise çözümlü örneklerle verilen desteğin, çözümsüz örneklerde kademeli olarak azaltılmasının öğrencilerin problem çözme hızını artırdığını ortaya koymuştur. Bu sonuç, yapı iskelesi yaklaşımının özellikle problem çözme becerilerinin geliştirilmesinde etkili olduğunu göstermektedir. Benzer biçimde, Sutiarso ve diğerleri (2018), yapı iskelesi uygulamalarının öğrencilerin geometri kavramlarını anlama düzeylerini artırdığını göstermiştir. Yapı iskelesi yaklaşımının matematiksel performansa etkisi, Dagoc ve Tan'ın (2018) çalışmasında da ortaya konmuş; araştırmacılar, işbirlikçi bir öğrenme ortamında uygulanan üstbilişsel yapı iskelesinin, altıncı sınıf öğrencilerinin matematiksel yetenek ve performanslarında anlamlı artışlara yol açtığını ifade etmişlerdir. Maverech ve Iddini (2021) de anaokulu düzeyindeki çocuklarla gerçekleştirdikleri çalışmalarında, yapı iskelesi desteğiyle zenginleştirilen matematik e-kitap (EB) etkinliklerinin, çocukların matematiksel bilgi ve akıl yürütme becerileri üzerinde anlamlı ve olumlu etkiler yarattığını saptamışlardır. Bu sonuç, yapı iskelesi yaklaşımının erken yaşlardaki öğrenme süreçlerine katkısını vurgulamaktadır. Temel eğitim düzeyine ilişkin olarak ise Ihechukwu (2020), öğretimsel yapı iskelesi kullanımının öğrenme üzerindeki etkilerini incelemiş ve bu yaklaşımın öğrencilerin akademik başarıları üzerinde belirgin bir katkı sağladığını belirtmiştir. Brower ve diğerleri (2017) ise yapı iskelesi yaklaşımı benimsenerek geliştirilmiş matematik müfredatının, matematik ihtiyacı bakımından riskli öğrenciler için daha fazla akademik destek sunduğunu ve bu öğrenciler için faydalı olduğunu ortaya koymuştur. Çakmak Gürel (2023), öğrencilerin algıladıkları duygusal desteğin uyarlanabilir destek üzerindeki etkisini incelemiş ve duygusal desteğin uyarlanabilir destekle anlamlı düzeyde ilişkili olduğunu, dolayısıyla matematik öğretiminde destekleyici bir rol oynadığını ortaya koymuştur. Huang ve diğerleri (2022) çalışmalarında, ebeveynlerin matematik öğretiminde sağladıkları destek yapı iskelesi bağlamında ele alınmış ve öğrencilerin ebeveynleriyle birlikte tamamladıkları etkinlikler aracılığıyla yapı iskelesi deneyimleri değerlendirmiştir. Araştırma bulguları, ebeveyn desteği ile çocukların matematik performansı arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, yapı iskelesi uygulamalarının yalnızca sınıf içi öğretim süreçleriyle sınırlı kalmadığı; aynı zamanda aile temelli öğrenme ortamlarında da etkili bir öğrenme desteği olarak işlev gördüğü söylenebilir.

Yapı iskelesi yaklaşımının, teknoloji destekli öğretim bağlamındaki etkileri üzerine yapılan araştırmalar, çeşitli bulgular ortaya koymaktadır. Kereluik (2013) çalışmasında, bilgisayar aracılı yapı iskelesi desteğinin hem çevrimiçi hem de çevrimdışı ortamlarda öğrencilerin öğrenme süreçlerini desteklediği ancak bu desteğin teknolojik bağlamda akademik başarı üzerindeki etkisine dair anlamlı sonuçlara ulaşılamadığı belirtilmiştir. Öte yandan, Roschelle ve diğerleri (2010) teknoloji destekli Akran Destekli Öğrenme (TechPALS) programı kapsamında yapı iskelesi uygulamış ve bu uygulamanın öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirdiğini ortaya koymuştur. Bu çalışma, teknoloji, işbirlikçi etkinlik tasarımları ve yapı iskelesi uygulamalarının kesirler konusundaki öğrenme üzerinde olumlu etkiler yaratabileceğini göstermişlerdir. Dove ve Hollenbrands (2013) teknolojinin yapı iskelesi türünü daha öğrenci merkezli hâle getirdiğini ve bunun öğrencilerin risk almasını ve yeni stratejiler denemesini teşvik ettiğini ifade etmiştir. Yine teknoloji destekli öğretim bağlamında Chase ve Abrahamson (2015), öğrencilerin gerçekçi anlatı modelleri geliştirdikleri "Cebir için Dev Adımlar" adlı etkinlikte yapı iskelesi stratejilerinden yararlanmış ve bu stratejilerin matematik öğretiminde etkili olduğunu saptamışlardır.

Görüldüğü gibi, yapı iskelesi yaklaşımının matematik öğretiminde kuramsal temellerine ve uygulama örneklerine yönelik artan ilgi dikkat çekicidir. Literatürde farklı düzeylerde ve ortamlarda gerçekleştirilen çalışmalar, bu yaklaşımın öğrencilerin öğrenme sürecine olan katkısını çeşitli açılardan ortaya koymaktadır. Ancak, yapı iskelesi uygulamalarının hangi koşullarda ve nasıl bir etkiyle yürütüldüğüne ilişkin bulguların sistemli biçimde incelenmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu doğrultuda, mevcut çalışma, yapı iskelesi yöntemine ilişkin literatürde yer alan bulguları analiz ederek, matematik öğretiminde bu yaklaşımın nasıl uygulandığını ve hangi sonuçlarla ilişkilendirildiğini ortaya koymayı amaçlamaktadır.

## Yöntem

Bu araştırma bir meta-analiz çalışmasıdır. Meta-analiz, birden fazla araştırmanın verilerinin bir arada incelenmesini ve bu araştırmaların sonuçlarının birleştirilerek ortak bir sonuca varılmasını amaçlayan bir araştırma yöntemidir (Üstünel, 2016). Meta-analiz, bir konuda yapılmış olan araştırmaların sonuçlarını değerlendirirken, çeşitli kaynaklardaki verilerin bir arada ele alınmasını ve bu verilerin bir arada değerlendirilerek ortak bir sonuca varılmasını sağlamaktadır (Glass, 1982).

### Bağımlı ve Bağımsız Değişkenler

Bu çalışmada yapı iskelesi kavramının matematik öğretimi üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Çalışmadaki matematik öğretimi etkililiği bağımlı değişken, çalışmaya dahil edilen araştırmaların örneklemlerindeki yaş, alt disiplin ve okul düzeyi bağımsız değişkenlerdir. Ayrıca incelenen araştırmalarda yapı iskelesi uygulanırken kullanılan teknolojik uygulamalar da bağımsız değişkenlere eklenmiştir. Değişkenler matematik dersindeki öğretimin etkililiği çalışmalarda kullanılan ölçek sonuçlarına göre belirlenmiştir. Sınıf düzeyi, desteklenen alt disiplin ve destek uygulanan kişiler gibi değişkenler moderatör değişken olarak ele alınmıştır.

### Araştırma Hipotezleri

Bu araştırma, meta-analiz türlerinden biri olan grup karşılaştırmalı meta-analiz yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Grup karşılaştırmalı meta-analiz, iki ya da daha fazla bağımsız grubun karşılaştırıldığı deneysel çalışmaların etkilerinin istatistiksel olarak birleştirilmesini ve elde edilen bulguların bütüncül bir şekilde yorumlanmasını amaçlayan bir yöntemdir. Yapı iskelesi yaklaşımının matematik öğretimine etkisine ilişkin literatürde sınırlı sayıda meta-analiz çalışmasının bulunmaktadır. Mevcut çalışma yapı iskelesi yönteminin matematik öğretiminde pedagojik etkililiğine dair daha kapsamlı ve genellenebilir sonuçlara ulaşmayı mümkün kılmıştır.

Araştırmamızın hipotezi; "Yapı iskelesi desteği matematik öğretimi üzerinde olumlu yönde etkilidir". Bu hipotez kapsamında şu sorulara cevap aranmıştır:

- Yapı iskelesinin matematik öğretimindeki etkisi ne kadar güçlüdür?
- Çalışmaların yanlılığı mevcut mu?
- Meta-analiz ile bulunan sonucu değiştirecek yeteri sayıda çalışma bulunmakta mıdır?
- Yaş, yapı iskelesi etki büyüklüğünü ne derece yordamaktadır?

**Literatür İncelemesi ve Araştırma Kriterleri**

Meta-analiz yapılırken, ilk adım olarak literatür taraması yapılır. Bu aşamada, meta-analiz yapılacak konu ile ilgili çalışmalar aranır ve seçilir. Bu araştırmada öncelikli olarak dijital veri tabanları taranmıştır. Tarama yapılırken "scaffolding in learning", "scaffolding AND learning", "scaffolding OR learning", "scaffolding in math learning", "scaffolding AND math", "eğitimde yapı iskelesi", "yapı iskelesi AND eğitim", "yapı iskelesi AND matematik", "matematik OR yapı iskelesi", "scaffolding", "yapı iskelesi" gibi anahtar kelimeler kullanılmıştır. Tez tarama veri tabanlarından konuyla ilgili olarak Türkçe ve İngilizce olarak tezlerin taraması yapılmıştır. ERIC, EBSCO, JSTOR, SPRINGERLINK, TURCADEMY, Dergipark veri tabanları taranmıştır. Ayrıca bulunan çalışmaların referans listeleri incelenmiştir.

Lipsey ve Wilson'un (2001) belirttiği kriterler, bir meta analiz çalışması için dahil edilecek araştırmaların belirlenmesinde oldukça önemli ve spesifik kriterlerdir. Aşağıdaki iki kriter, meta analizin güvenilir ve kapsamlı bir analiz yapabilmesi için gerekli istatistiksel bilgilerin sağlanmasını sağlamayı amaçlar.

***Etki Büyüklüğü Hesaplaması İçin Yeterli Veriye Sahip Olma***

Çalışmaların, etki büyüklüğünü hesaplamak için gerekli istatistiksel verilere sahip olması önemlidir. Bu veriler arasında aritmetik ortalama, standart sapma, deney grubu ve kontrol grubu örneklem sayıları bulunmaktadır.

***Etki Büyüklüğü Belirtilmemişse Parametrik İstatistiklerin Sağlanması***

Eğer bir çalışmada etki büyüklüğü belirtilmemişse, o çalışmanın dahil edilebilmesi için "F" ve "t" testi değerleri gibi parametrik istatistiklerin bulunması gerekmektedir. Ayrıca, aritmetik ortalama, standart sapma gibi diğer parametrik istatistiklerin de verilmiş olması önemlidir.

Bu kriterler, meta-analiz çalışmalarında verilerin standartlaştırılmasını ve karşılaştırılabilir hale getirilmesini sağlar ve etki büyüklüğü belirtilmemiş olan çalışmaların da dahil edilebilmesine olanak tanır, çünkü bu çalışmaların sağladığı parametrik istatistiklerle analiz yapılabilir. Bu yaklaşım, meta analizlerin daha güvenilir ve kapsamlı sonuçlar elde etmesine katkı sağlamaktadır.

**Meta-analize Dahil Edilen Araştırmaların Özellikleri**

Bu çalışmada meta-analiz yapılacak çalışmalar için öncelikli dahil edilme kriterleri nicel çalışmaların incelenmesi, çalışmaların son 10 yıldaki (2010-2023) güncel çalışmalardan seçilmesi, ortalama değeri, standart sapma, t değeri veya p değeri gibi etki büyüklüğünün hesaplanabileceği verileri içermesi öncelikli olmuştur. Bu kapsamda incelenen 435 çalışma tanılama, tarama, uygunluk kontrolü ve eleme ile kalan çalışmalar meta-analize dahil edilmiştir. Tanılama ve tarama aşamasında anahtar kelimeler göz önüne alınarak 250 çalışma elenmiş ve matematik eğitimi ile ilgili çalışmalara bakılmıştır. Uygunluk kontrolü ve eleme aşamalarında ise kalan 185 çalışmanın nicel/nitel olma durumu ve uygun verileri içerip içermediği kontrol edilmiştir. Son olarak 13 nicel tam metin makale ve tez meta-analize dahil edilmiştir. Seçilen çalışmalar kodlama tablolarıyla çalışmanın konusu, örneklem büyüklüğü, örneklem türü, veri toplama yöntemi, istatistiksel analiz yöntemi ve bulguları olacak şekilde özetlenmiştir. Seçilen çalışmaların içerik olarak konusu, alt disiplini, sınıf düzeyi, amacı, uygulama şekli ve sonucu Tablo 1'de gösterilmektedir.

**Tablo 1**. *Meta-analize Dahil Edilen Çalışmaların Demografik Özellikleri*

| No | Yazar | Çalışmanın Adı | Yıl | Yayın Türü | Örneklem Türü | Okul Türü |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Salih Kürşat Çilingir | Sınıf öğretmenlerinin matematik derslerinde yapı iskelesine yatkın olma düzeylerinin incelenmesi | 2018 | Tez | Öğretmen | İlköğretim |
| 2 | Can Meşe, Firuzan Hilal Karabay | Matematiksel problem çözmede mobil uygulamalarla yapı iskelesi ve ipucu kullanımının ilkokul üçüncü sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına ve bilişsel yüklerine etkisi | 2020 | Tez | Öğrenci | İlköğretim |
| 3 | Qi Huang, Jin Sun, Eva Yi Hung Lau, Yan-Ling Zhaou | Linking Chinese mothers' and fathers' scaffolding with children's' initiative and mathematics performance: a moderated mediation model | 2021 | Makale | Ebeveyn | Anaokulu |
| 4 | Kristen Marie Kereluik | Scaffolding self-regulated learning online: A study in high school mathematics classrooms | 2013 | Tez | Öğrenci | Lise |
| 5 | Jeremy Roschelle, Ken Rafanon, Ruchi Bhanot, Gucci Estrella, Bill Penuel, Miguel Nussbaum, Susana Claro | Scaffolding group explanation and feedback with handled technology: Impact on students' mathematics learning | 2010 | Makale | Öğrenci | İlköğretim |
| 6 | Zemira R.Maverech, Vivian Iddini | Developing young Children's mathematics knowledge and reasoning through mathematics e-book activities supported by metacognitive | 2021 | Makale | Öğrenci | Anaokulu |
| 7 | Nwoke Brigth Ihechukwu | Impact of scaffolding approach a secondary school students' achievement in mathematics | 2020 | Makale | Öğrenci | Ortaokul |
| 8 | Dickel Allego Dagoc, Denis Abao Tan | Effects of metacognitive scaffolding on the mathematics performance of grade 6 pupils in a cooperative learning environment | 2018 | Makale | Öğrenci | Ortaokul |
| 9 | Sugeng Sutiarso, M. Coesamin, Nurhanurawati | The effect of various media scaffolding on increasing understanding of students' geometry concept | 2018 | Makale | Öğrenci | Ortaokul |
| 10 | Freydis Vogel, Ingo Kollar, Stefan Ufer, Anselm Strohmaier, Kristina Reisse and Frank Fischerf | Scaffolding argumentation in mathematics with CSCL scripts: Which is the optimal scripting level for university freshmen? | 2021 | Makale | Öğrenci | Üniversite |
| 11 | Bhutto Muhammad Ilyas, Khalid Jamil Rawat, Muhammad Tariq Bhatti, Najeeb Malik | Effect of Teaching of Algebra through Social Constructivist Approach on 7th Graders' Learning Outcomes in Sindh (Pakistan) | 2013 | Makale | Öğrenci | Ortaokul |
| 12 | Zeynep ÇAKMAK GÜREL | Adaptive and Affective Support of Mathematics Teachers from the Perspective of Secondary School Students | 2023 | Makale | Öğrenci | Ortaokul |
| 13 | Kiera Chase & Dor Abrahamson | Reverse-scaffolding algebra: empirical evaluation of design architecture | 2015 | Makale | Öğrenci | Ortaokul |

## İstatistiksel Analizler

Bu çalışmaya dahil edilen çalışmalar, çalışmanın modeli ve değişkenler bakımından çeşitlilik gösterdiğinden rasgele etki modeli kullanılmıştır. Etki büyüklüğü Cohen's (d) ve Hedge's (g) hesaplandıktan sonra varyans (v) ve ağırlığı (w) hesaplanarak kodlanmıştır. Bu şekilde hesaplamalar için online etki (https://www.campbellcollaboration.org/research-resources/effect-size-calculator.html) büyüklüğü hesaplayıcılarından yardım alınarak aşağıdaki formüller uygulanmıştır. Formülde geçen sembollerin anlamları formüllerin altında açıklanmıştır.

$$Var(d) = \frac{N_C + N_E}{N_C \cdot N_E} + \frac{d^2}{2(N_C + N_E)}$$

$N_E$ = Deney grubu örneklem sayısı $N_C$= Kontrol grubu örneklem sayısı N=örneklem sayısı

$$Cohen's\ d = \frac{\overline{X_E} - \overline{X_C}}{S_E / S_C}$$

$$Glass's\ g = \frac{\overline{X_E} - \overline{X_C}}{S_C}$$

$$Hedges'\ g = \frac{\overline{X_E} - \overline{X_C}}{S_p}$$

d = Cohen's d g = Glass's g g = Hedges'g etki büyüklüğü değeri $X_E$= Deney grubunun ortalaması $X_C$= Kontrol grubunun ortalaması $S_E$= Deney grubunun standart sapması. $S_C$= Kontrol grubunun standart sapması

Ortak ölçü birimleri; etki derecesi ve varyanslar hesaplandıktan sonra, homojenlik testi Q istatistiği yapılmıştır. Etki derecelerinin istatistiksel bakımdan anlamlı düzeyde heterojen ($QB > \chi 2.95$; $p < .05$) olduğu görülen durumlarda heterojenlik derecesini belirlemek amacıyla I2 istatistik değeri hesaplanmıştır (Cohen, 1988; Schmid ve diğerleri, 2021; Şen & Yıldırım, 2021). Verilerin analizinde CMA 4.0 kullanılmıştır. Tablo 2'de Meta-analize dahil edilen çalışmaların verileri gösterilmektedir.

**Tablo 2.** *Meta-analize Dahil Edilen Çalışmaların Verileri*

| Çalışma Adı | N | X | SS | Deney N | Kontrol N | Deney X | Kontrol X | Deney SS | Kontrol SS | p | t | F | R2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Çilingir, 2018 | 230 | 13,065 | 1,7 | 100 | 130 | | | | | 0,8 | | 0 | |
| Meşe & Karabay, 2020 | 130 | 75,62 | 2,6 | 91 | 39 | 75,5 | 75 | 25,02 | 26,64 | | | | |
| Huan ve diğerleri, 2021 | 96 | 38,72 | 9,8 | 48 | 48 | | | | | 0,2 | 2,36 | 12 | 0 |
| Kereluik, 2013 | 69 | | | 30 | 39 | 60,7 | 53 | 31,72 | 37,17 | | | | |
| Roschelle ve diğerleri, 2010 | 161 | 6,38 | 4,2 | 78 | 83 | 16,6 | 16 | 4,93 | 4,94 | | | | |
| Maverech & Iddini, 2021 | 60 | | | 30 | 30 | 13,4 | 4,9 | 1,16 | 4,02 | | | | |
| Ihechukwu, 2020 | 237 | | | 133 | 104 | 51,8 | 33 | 9,17 | 8,96 | | | | |
| Dagoc & Tan, 2018 | 43 | | | 21 | 22 | 34,8 | 34 | 7,633 | 8,426 | | | | |
| Sutiarso ve diğerleri, 2018 | 40 | | | 20 | 20 | 74,8 | 43 | 15,59 | 14,52 | | | | |
| Vogel ve diğerleri, 2021 | 101 | | | 48 | 53 | 2,35 | 2,1 | 1,19 | 1,28 | | | | |
| Ilyas ve diğerleri, 2013 | 54 | | | 26 | 28 | 2,35 | 2,9 | 2,45 | 2,09 | | | | |
| Çakmak Gürel, 2023 | 420 | | | 210 | 210 | | | | | | | 17 | |
| Chase & Abrahamson, 2015 | 40 | | | 21 | 19 | | 6 | | | | | 7 | |

Etki büyüklüğünün hesaplanması, birincil çalışmalardan elde edilen farklı veri türlerine bağlı olarak çeşitli şekillerde gerçekleştirilebilir. Cohen (1988) tarafından öne sürülen bu üç ana başlık, etki büyüklüğünü değerlendirmek için yaygın olarak kullanılan yöntemleri kapsar. Bu yöntemler aşağıda kısaca açıklanmıştır.

***Standartlaştırılmış Ortalama Fark (Standardized Mean Difference - d)***

Standartlaştırılmış ortalama fark, ölçümlerin standart sapmaları üzerinden birbirleriyle karşılaştırılmasını içerir. Özellikle, gruplar arasındaki ortalama farkın standart sapma birimleri cinsinden ifadesidir. Bu ölçüm, grupların değişkenlik düzeylerinin farklı olduğu durumlar için kullanışlıdır (Schmid ve diğerleri, 2021; Şen & Yıldırım, 2021).

***Hesaplanmış İhtimaller Oranı (Calculated Odds Ratios):***

Etki büyüklüğü, iki grup arasındaki ihtimaller oranı üzerinden de değerlendirilebilir. Özellikle, kategorik verilerin analizi için kullanılır. Bu yöntem, bağımsız değişkenin iki kategorisinin, bir bağımlı değişkenin olasılığını nasıl etkilediğini değerlendirir (Schmid ve diğerleri, 2021; Şen & Yıldırım, 2021).

***Korelasyon Katsayıları (Correlation Coefficients):***

Eğer birincil çalışmalardan elde edilen veri, iki değişken arasındaki ilişkiyi ifade ediyorsa, etki büyüklüğü korelasyon katsayıları aracılığıyla hesaplanabilir. Korelasyon katsayıları, iki değişken arasındaki ilişkinin gücünü ve yönünü belirler. Bu üç ana başlık altında değerlendirilen etki büyüklüğü ölçümleri, çeşitli veri türlerine ve çalışma tasarımlarına uyum sağlar (Şen & Yıldırım, 2021). Meta-analizin örneklem büyüklüğü 20'den fazla olduğunda Cohen's d, 20'den az olduğunda ise Hedge's g kullanılmaktadır (Schmid ve diğerleri, 2021). Bu araştırmada Hedges (g) etki büyüklüğü ve standartlaştırılmış ortalama farkı kullanılmıştır.

## Bulgular

### Çalışmaya Ait Betimleyici Veriler

Bu çalışmada 2010 – 2023 yılları arasında matematik dersi kapsamında yapılmış 13 nicel araştırma ele alınmıştır. Bu araştırmalar, matematik öğretimi üzerine yapılan, standart sapma, varyans, p, t ve F değerlerini içeren ve etki büyüklüğü hesaplanmış çalışmalardan oluşmaktadır. Tablo 3'te meta-analize dahil edilen araştırmaların yıllarına ait yüzde tablosu verilmektedir.

**Tablo 3.** *Meta-analize Dahil Edilen Araştırmaların Yıllarına Ait Yüzde Tablosu*

| **Yıl** | **Yılların Sayısı** | **Yüzde** |
|---|---|---|
| 2010 | 1 | %8 |
| 2013 | 2 | %15 |
| 2015 | 1 | %8 |
| 2018 | 3 | %23 |
| 2020 | 2 | %15 |
| 2021 | 3 | %23 |
| 2023 | 1 | %8 |
| **Toplam** | **13** | **%100** |

Tablo 3'e göre konu ile ilgili en çok çalışmanın yapıldığı yıllar %23'lük dilimi ile 2018 ve 2021 yıllarıdır. Yüzde 8'lik dilim ile 2010, 2015 ve 2023 yılları ise konu ile ilgili en az araştırma yapılan yıllardır denilebilir. Bu çalışma kapsamında 10 makale ve 3 tez çalışması incelenmiştir. Tablo 4'te Meta-analize dahil edilen araştırmalardaki örneklemlerin sınıf düzeyleri gösterilmektedir.

**Tablo 4.** *Meta-analize Dahil Edilen Araştırmalardaki Örneklemlerin Sınıf Düzeyine Göre Yüzde Tablosu*

| **Sınıf Düzeyi** | **Çalışma Sayısı** | **Yüzde** |
|---|---|---|
| Anaokulu | 2 | %15 |
| İlkokul | 4 | %31 |
| Lise | 1 | %8 |
| Ortaokul | 5 | %38 |
| Üniversite | 1 | %8 |
| **Toplam** | **13** | **%100** |

Tablo 4'e göre, bu çalışmaya dahil edilen araştırmaların örneklem grupları anaokulu, ilköğretim, ortaokul, lise ve üniversite öğrencilerinden oluşmaktadır. Örneklem dağılımında en yüksek oran, %38 ile ortaokul öğrencilerine aittir. Tablo 5'te Meta-analize dahil edilen çalışmalardaki matematik alanlarının yüzdeleri verilmektedir.

**Tablo 5.** *Meta-analize Dahil Edilen Araştırmalardaki Matematik Alt Alanları*

| **Alt Disiplin** | **Alt Disiplin Sayıları** | **Yüzde** |
|---|---|---|
| Cebir | 3 | %23 |
| Geometri | 1 | %8 |

| | | |
|---|---|---|
| Problem Çözme | 4 | %31 |
| Sayılar ve İşlemler | 5 | %38 |
| **Toplam** | **13** | **%100** |

Tablo 5'e göre, bu çalışmaya dahil edilen araştırmalarda matematiğin alt alanları arasında en çok çalışmanın %38 ile sayılar ve işlemler alanı olduğu, geometrinin ise %8 ile en az çalışma yapılan alan olduğu görülmektedir. Burada sayılar ve işlemler, günlük yaşamda da sıkça kullanılan, öğrencilerin matematiksel düşünme ve işlem becerilerini geliştiren temel konuları kapsamaktadır.

**Çalışmaya Dahil Edilen Araştırmaların Etki Büyüklüğü Analizleri**

Meta-analizin örneklem büyüklüğü 20'den fazla olduğunda Cohen's d, 20'den az olduğunda ise Hedge's g kullanılmaktadır. Bu çalışmada 13 araştırma incelenmiştir. Bu çalışmada örneklem büyüklüğü 20'den küçük olduğu için analiz yapılırken Hedge's g etki büyüklüğü değeri kullanılmıştır. Tablo 6. Meta-analize dahil edilen araştırmaların Cohen's d, Hedge's g ve varyans (v) değerleri birlikte verilmektedir.

**Tablo 6**. *Meta-analize Dahil Edilen Araştırmaların Cohen's d, Hedge's g ve Varyans (v) Değerleri*

| Çalışma Adı | Cohen's (d) | Hedge's (g) | Varyans (v) |
|---|---|---|---|
| Çilingir, 2018 | 0,057 | 0,057 | 0,0177 |
| Meşe & Karabay, 2020 | 0,395 | 0,039 | 0,0372 |
| Huan ve diğerleri, 2022 | 0,122 | 0,121 | 0,0417 |
| Kereluik, 2013 | 0,2317 | 0,229 | 0,0594 |
| Roschelle ve diğerleri, 2010 | 0,25 | 0,249 | 0,025 |
| Maverech & Iddini, 2021 | -2,86 | -2,823 | 0,135 |
| Ihechukwu, 2020 | 22,155 | 22,084 | 1,053 |
| Dagoc & Tan, 2018 | 0,1328 | 0,13 | 0,0932 |
| Sutiarso ve diğerleri, 2018 | 22,056 | 21,618 | 6,181 |
| Vogel ve diğerleri, 2021 | -0,21 | -0,208 | 0,04 |
| İlyas ve diğerleri, 2013 | 0,765 | 0,754 | 0,08 |
| Çakmak Gürel, 2023 | 0,402 | 0,401 | 0,001 |
| Chase & Abrahamson, 2015 | 0,833 | 0,816 | 0,109 |

Tablo 6'ya göre en büyük etki büyüklüğü değeri 22,084, en küçük etki büyüklüğü değeri ise -2,823'tür. Meta-analize dahil edilen çalışmaların etki büyüklüğü ve heterojenlik analizi sonucu Tablo 7'de gösterilmektedir.

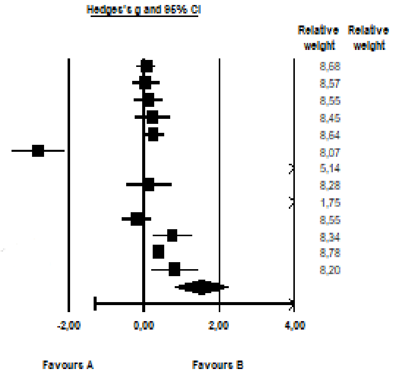
**Tablo 7.** *Meta-analize Dahil Edilen Çalışmaların Etki Büyüklüğü ve Heterojenlik Analizi*

| Model | N | Ortalama Etki Büyüklüğü | Z | Standart Hata | %95'lik Güven Aralığı | | sd | Q | p | $I^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Alt Sınır | Üst Sınır | | | | |
| Sabit Etkiler Modeli | 13 | 0,358 | 12,543 | 0,029 | -1,299 | 4,324 | 12 | 628,675 | 0,000 | 98,091 |
| Rastgele Etkiler Modeli | 13 | 1,512 | 4,165 | 0,363 | | | | | | |

Tablo 7'deki verilere bakıldığında rastgele etki modeline göre ortalama etki büyüklüğü 1,512 olup %95 güven aralığı -1,299 ile 4,324'tür. Bu çalışmada heterojenlik olduğu varsayılıp model olarak rastgele etkiler modeli seçilmiştir. Etki büyüklüğü indeksi ortalama (d)'deki standartlaştırılmış farktır (Schmid ve diğerleri, 2021). Meta-analizde dahil edilen çalışmaların potansiyel çalışmalar evreninden rastgele bir örnek olduğu varsayılıp etki büyüklüğü analizi yapılmıştır. Serbestlik derecesine göre (sd=12) hesaplanan Q değeri 628,675'dir. Chi-squared tablosuna (Tablo 1) göre 0,05 güven düzeyinde 12 serbestlik derecesindeki sınır değer 21,026 olduğundan çalışmamızın heterojen olduğunu söyleyebiliriz (Q>21,026). Ayrıca I^2'nin %75'in üzerinde bir değer olması da yüksek düzeyde heterojenlik olduğunu gösterir (Schmid ve diğerleri, 2021). Şekil 1'de çalışmadaki araştırmaların etki büyüklüğüne göre forest plot tablosu verilmektedir.

**Meta Analysis**

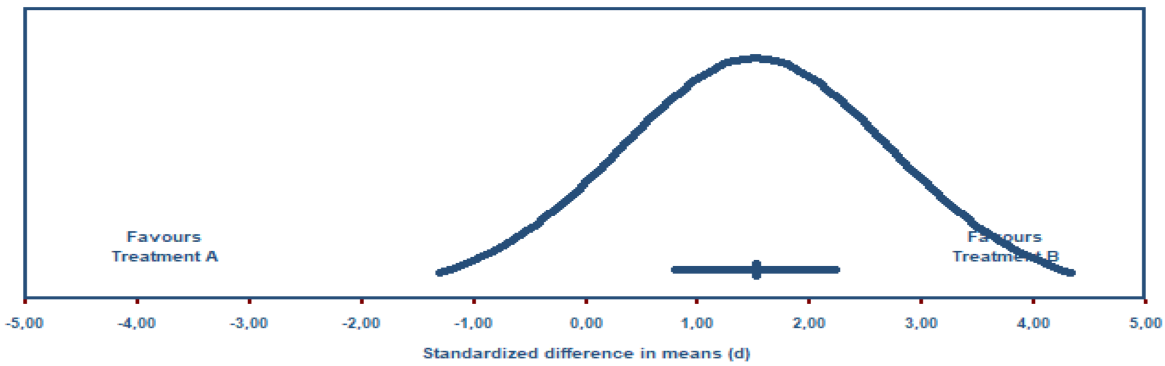
| Study name | Hedges's g | Standard error | Variance | Lower limit | Upper limit | Z-Value | p-Value | Relative weight |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Çilingir,2018 | 0,057 | 0,133 | 0,018 | -0,203 | 0,317 | 0,428 | 0,668 | 8,68 |
| Mebe & Karabay,2020 | 0,039 | 0,192 | 0,037 | -0,337 | 0,415 | 0,205 | 0,838 | 8,57 |
| Huan & ark., 2021 | 0,121 | 0,203 | 0,041 | -0,276 | 0,518 | 0,597 | 0,550 | 8,55 |
| Kereluik,2013 | 0,229 | 0,241 | 0,058 | -0,243 | 0,701 | 0,951 | 0,342 | 8,45 |
| Roschelle & ark.,2010 | 0,249 | 0,157 | 0,025 | -0,060 | 0,557 | 1,581 | 0,114 | 8,64 |
| Maverech & Iddini, 2021 | -2,823 | 0,363 | 0,132 | -3,534 | -2,112 | -7,784 | 0,000 | 8,07 |
| Ihechukwu,2020 | 22,084 | 1,023 | 1,046 | 20,079 | 24,089 | 21,590 | 0,000 | 5,14 |
| Dagoc & Tan,2018 | 0,130 | 0,300 | 0,090 | -0,457 | 0,718 | 0,435 | 0,664 | 8,28 |
| Sutiarso, Coesamin & Nurhanurawati,2018 | 21,618 | 2,437 | 5,938 | 16,842 | 26,394 | 8,872 | 0,000 | 1,75 |
| Vogel & ark.,2021 | -0,208 | 0,198 | 0,039 | -0,597 | 0,181 | -1,050 | 0,294 | 8,55 |
| Ilyas &ark.,2013 | 0,754 | 0,279 | 0,078 | 0,208 | 1,300 | 2,705 | 0,007 | 8,34 |
| Çakmak Gürel, Z. (2023) | 0,401 | 0,032 | 0,001 | 0,339 | 0,463 | 12,712 | 0,000 | 8,78 |
| Chase &Abrahamson, (2015) | 0,816 | 0,324 | 0,105 | 0,182 | 1,451 | 2,523 | 0,017 | 8,20 |
| Pooled | 1,504 | 0,360 | 0,130 | 0,798 | 2,211 | 4,174 | | |
| Prediction Interval | 1,504 | | | -1,287 | 4,296 | | | |




Meta Analysis

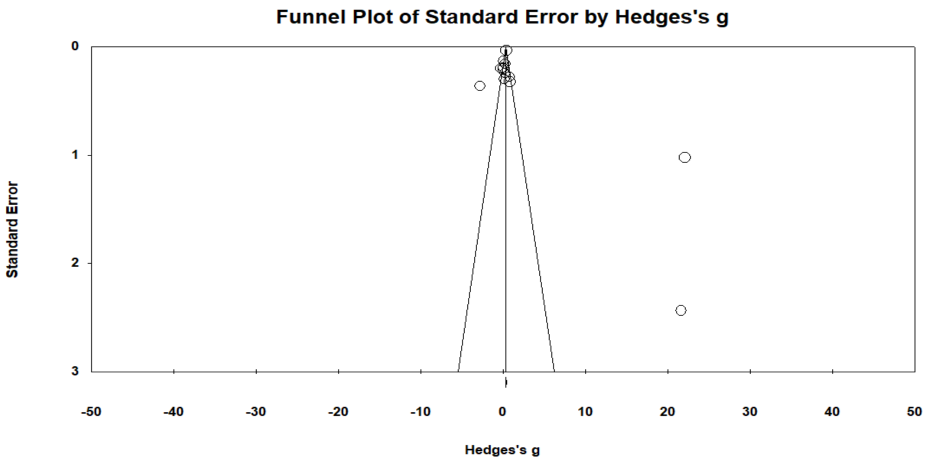
*Şekil 1.* Etki büyüklüğüne göre Forest Plot tablosu

Şekil 1'e göre bu çalışmada kullanılan araştırmalar biraz sola meyillidir ve karşılaştırılabilir tüm popülasyonların %95'indeki gerçek etki büyüklüğü -1,30 ile 4,32 aralığına düşer. Bu durum Şekil 3 ve Tablo 8'de açıklanmış olup yayın yanlılığına işaret etmektedir. Şekil 2'de ise gerçek etkilerin dağılımı görülmektedir.




*Şekil 2.* Gerçek etkilerin dağılımı

Şekil 2' ye göre Gerçek etkilerin normal şekilde (d birimlerinde) dağıldığını varsayarsak, tahmin aralığının -1,299 ile 4,324 arasında olduğunu tahmin edebiliriz. Karşılaştırılabilir tüm popülasyonların %95'indeki gerçek etki büyüklüğü bu aralığa düşmektedir. Şekil 3'te yayın yanlılığına dair huni grafiği görülmektedir.




*Şekil 3.* Yayın yanlılığına dair huni grafiği

Şekil 3' teki huni grafiğine göre çalışmaların çizgi ortasında ve üstte yoğunlaştığı görülmektedir. Ayrıca huni grafiğinin sağ tarafında da araştırmaların olduğu görülmektedir. Bu grafik yayın yanlılığı bulunmadığını ancak sağ taraftaki çalışmaları dengelemek için sola çalışma eklenmesi gerektiğini göstermektedir. Araştırmada yayın yanlılığı bulunma durumunu test etmek için Klasik güvenli N analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları Tablo 8'de gösterilmektedir.

**Tablo 8**. *Rastgele Etkiler Modeline Göre Yanlılık Analizi*

| **Klasik Güvenli N Analizi** | |
|---|---|
| Z-value for observed studies | 12,13835 |
| P-value for observed studies | 0,000 |
| Alpha | 0,050 |
| Tails | 2,000 |
| Z for alpha | 1,959 |
| Number of observed | 13,000 |
| Number of missing studies that would bring p-value to > alpha | 486,000 |

Tablo 8'e göre güvenli örneklem büyüklüğü N=486 olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada analiz edilen araştırma sayısı **13** olup, elde edilen p<0,000 sonucu istatistiksel olarak anlamlıdır. Ancak, analiz sonucunun p>0,05 olacak şekilde anlamsız hale gelmesi için ek olarak 486 araştırmanın daha gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada yer alan bazı araştırmaların sağa eğilim göstermesi, düşük düzeyde de olsa yanlılık içerebileceğini göstermektedir. Bu yanlılığın düzeltilmesi ve eksik verilerin tamamlanması amacıyla rastgele etkiler modeli kullanılarak bir düzeltme yapılmıştır. Yapılan analizde, üç çalışmanın çıkarılması durumunda huni grafiğindeki sağa kaymış yanlılığın giderildiği ve daha dengeli bir dağılım elde edildiği görülmüştür. Tablo 9'da Duval and Tweedie's yanlılığı düzeltme ve doldurma analizi sonucu verilmektedir.

**Tablo 9**. *Duval and Tweedie's Yanlılığı Düzeltme ve Doldurma Analizi*

| | | **Sabit Etkiler** | | | **Rasgele Etkiler** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Studies Trimmed** | **Point Estimates** | **Lower Limit** | **Upper Limit** | **Point Estimates** | **Lower Limit** | **Upper Limit** | **Q Values** |
| Observed values | 3 | 0,356 | 0,300 | 0,412 | 1,504 | 0,797 | 2,210 | 628,879 |
| Adjusted values | | 0,586 | 0,531 | 0,640 | 2,894 | 1,878 | 3,011 | 2090,499 |

## Çalışmaya Dahil Edilen Araştırmaların Alt Grup Analizleri (Analog ANOVA)

Meta-analiz çalışmamızın etki büyüklüğünün heterojenliğinin nereden kaynaklandığını bulabilmek için alt grup analizleri yapılmaktadır. Bu meta-analizde iki alt grup için analog ANOVA çalışması yapılmıştır. Okul düzeyi ve alt disiplin olarak belirlenen alt grup analizleri CMA 4.0 programı ile yapılmıştır. Tablo 10'da okul düzeyi değişkenine göre alt analog ANOVA analizi sonucu görülmektedir.

**Tablo 10**. *Okul Düzeyi Değişkenine Göre Alt Analog ANOVA Analizi*

| **Değişken** | | **N** | **Etki Büyüklüğü** | **Z** | **Standart Hata** | **%95'lik Güven Aralığı Alt Sınır** | **Üst Sınır** | **p** | **$I^2$** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Okul Düzeyi | Anaokulu | 2 | -0,582 | -3,259 | 0,178 | -0,932 | -0,232 | 0,001 | 98,013 |
| | İlköğretim | 4 | 0,165 | 1,904 | 0,087 | -0,005 | 0,336 | 0,057 | 45,107 |
| | Ortaokul | 5 | 0,427 | 13,673 | 0,031 | 0,366 | 0,488 | 0,000 | 99,241 |
| | Lise | 1 | 0,232 | 0,951 | 0,244 | -0,246 | 0,709 | 0,342 | 0 |
| | Üniversite | 1 | -0,210 | -1,050 | 0,200 | -0,602 | 0,182 | 0,294 | 0 |

Tablo 10'e göre en yüksek etki büyüklüğü ortaokul düzeyindedir (d = 0,427). p değerleri incelendiğinde yine ortaokul düzeyinin p değeri 0,05'ten küçük olduğu için anlamlıdır ve heterojenliğin kaynağı ortaokul çalışmalarıdır denilebilir (p=0,000, p<0,05). Ayrıca anaokul değişkeni için de p değeri 0,05'ten küçüktür ve heterojenliğin kaynağı anaokulu çalışmalarıdır denilebilir ($p=0,001$, $p<0,05$). Diğer değişkenler için p değerleri 0,05'ten büyük olduğu için anlamlı değildir ve bu sebeple heterojenliğin kaynağı değildir. Anlamlı çıkmayan değişkenler için yeterli miktarda çalışma yoktur sonucuna da ulaşılabilir. Ayrıca $I^2$ değerleri %75'ten büyük olduğu için heterojenliğin kaynağı anaokulu ve ortaokul değişkenidir ( $I^2= 98$, $I^2= 99$). Tablo 14'te alt disiplin değişkenine göre alt analog ANOVA analizi sonucu görülmektedir.

**Tablo 11.** *Alt Disiplin Değişkenine Göre Alt Analog ANOVA Analizi*

| Değişken | | N | Etki Büyüklüğü | Z | Standart Hata | %95'lik Güven Aralığı | | p | $I^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | Alt Sınır | Üst Sınır | | |
| Alt Disiplin | Temel Matematik | 5 | 0,386 | 12,777 | 0,030 | 0,327 | 0,446 | 0,000 | 99,14 |
| | Cebir | 3 | 0,548 | 3,401 | 0,161 | 0,232 | 0,864 | 0,001 | 33,73 |
| | Problem Çözme | 4 | -0,073 | -0,726 | 0,101 | -0,271 | 0,124 | 0,468 | 95,23 |
| | Geometri | 1 | 22,056 | 8,872 | 2,486 | 17,183 | 26,929 | 0,000 | 0 |

Tablo 11'e göre en yüksek etki büyüklüğü geometri alt disiplinine aittir ($d = 22,056$). P değerleri incelendiğinde geometri, temel matematik ve cebir p değerleri 0,05'ten küçük olduğu için anlamlıdır ve heterojenliğin kaynağı geometri, temel matematik ve cebirdir denilebilir ($p=0,000$, $p<0,05$). Diğer değişkenler için p değerleri 0,05'ten büyük olduğu için anlamlı değildir ve bu sebeple heterojenliğin kaynağı değildir. Anlamlı çıkmayan değişkenler için yeterli miktarda çalışma yoktur sonucuna da ulaşılabilir. Ayrıca $I^2$ değerleri %75'ten büyük olduğu için heterojenliğin kaynağı temel matematik ve problem çözme değişkenidir ($I^2=99$, $I^2=95$).

**Çalışmaya Dahil Edilen Araştırmaların Meta Regresyon Analizleri**

Bu çalışmaya dahil edilen çalışmaların meta regresyon analizi için bağımsız değişken olarak yaş belirlenmiştir. Ayrıca çalışmalarda teknolojik uygulama kullanılma durumuna göre ikinci bağımsız değişken olarak teknoloji kullanımı eklenip bu uygulamaların yapı iskelesinin matematik öğretimi üzerindeki etki büyüklüğünü yordaması araştırılmıştır.

- Yaş yapı iskelesi etki büyüklüğünü ne derece yordamaktadır?
- Teknolojik uygulama kullanılması yapı iskelesi etki büyüklüğünü ne derece yordamaktadır?

Bu soruların cevaplarını araştırmak için CMA 4.0 uygulaması üzerinde regresyon analizi yapılmıştır. Öncelikle toplanan verilere yaş ve teknoloji kullanılması ile ilgili kod yazılmıştır. CMA üzerinde oluşturulan model analiz edilmiştir. Tablo 12'de yaş bağımsız değişkenine göre meta regresyon analizi sonucuna yer verilmiştir.

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2$$

y: bağımlı değişken, $b_0$: kesen değer, $b_1$, $b_2$: katsayı, $x_1$ , $x_2$ : bağımsız değişken

y: etki büyüklüğü derecesi.

$x_1$: teknoloji kullanımı

$x_2$: yaş

**Tablo 12.** *Yaş Bağımsız Değişkenine Göre Meta Regresyon Analizi*

| Covariate | Coefficient | Standart Error | %95 Lower | %95 Upper | Z-Value | 2-sided p-value |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Intercept | 2,0506 | 0,9145 | 0,2583 | 3,8430 | 2,24 | 0,249 |
| Yaş | -0,0286 | 0,0615 | -0,1490 | 0,0919 | -0,47 | 0,6419 |

Yaş bağımsız değişkenine göre meta regresyon sonucu p değeri 0,05'ten büyük olduğu için anlamsızdır ($p=0,6419$, $p>0,05$). Bu sebeple yaş, yapı iskelesi uygulamasının matematik öğretimi üzerindeki etki büyüklüğünü yordamamaktadır denilebilir. Tablo 13'te teknoloji kullanımı bağımsız değişkenine göre meta regresyon analizi sonucuna yer verilmiştir.

**Tablo 13.** *Teknoloji Kullanımı Bağımsız Değişkenine Göre Meta Regresyon Analizi*

| Covariate | Coefficient | Standart Error | %95 Lower | %95 Upper | Z-Value | 2-sided p-value |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Intercept | 0,8404 | 0,6200 | -0,3747 | 2,0555 | 1,36 | 0,1752 |
| Tech | 1,5559 | 0,8264 | -0,0639 | 3,1756 | 1,88 | 0,0597 |

Teknoloji bağımsız değişkenine göre meta regresyon sonucu p değeri 0,05'ten büyük olduğu için anlamsızdır (p=0,0597, p>0,05). Bu sebeple teknoloji kullanımı yapı iskelesi uygulamasının matematik öğretimi üzerindeki etki büyüklüğünü yordamamaktadır denilebilir.

## Sonuç ve Tartışma

Bu çalışmada rastgele etkiler modeli kullanarak, Hedges's g etki büyüklüğüne göre yapılan analizlerde, yapı iskelesinin matematik öğretimi üzerinde olumlu etkilere sahip olduğu görülmüştür. Meta-analize dahil edilen araştırmaların örneklem ve bağımsız değişkenler üzerindeki sonuçlarına göre yapı iskelesi desteğinin matematik dersi üzerindeki etkililiği araştırılmıştır. Meta-analize dahil edilen araştırmaların sayısal sonuçları incelendiğinde yapı iskelesinin matematik öğretimi üzerinde öğrenme süreçlerine destek sağlaması bakımından etkili olduğunu sonucuna ulaşılmıştır (g=1,512). Bu sonuç araştırmanın hipotezini desteklemektedir. Bu hipotez kapsamında, yapı iskelesinin matematik öğretimindeki etki büyüklüğünün; %95 güven aralığındaki sonuçlara ve heterojenliğe göre yüksek derecede olduğu görülmektedir (Q >21,026, $I^2$=98,091). Çalışmaların yanlılığı az düzeydedir (Tablo 12). Bu anlamda meta-analize dahil edilen çalışmaların az olması da bu sonucun bir başka nedeni olarak düşünülebilir. Alt disiplin ve okul düzeyi alt gruplarına göre yapılan analog ANOVA sonuçlarına göre heterojenliğin kaynağı alt disiplinde temel matematik, cebir ve geometriyken, okul düzeyinde anaokulu ve ortaokul düzeyidir. Bu sonuç meta-analize dahil edilen çalışmaların büyük çoğunluğunun ortaokul ve anaokul düzeyinde, alt disiplinlerinin ise temel matematik, cebir ve geometri olmasından kaynaklanmaktadır. Meta-regresyon analizine göre ise bağımsız değişkenler olarak, yaş; yapı iskelesi etki büyüklüğünü yordamamaktadır (p=0,6419, p>0,05). Bu sonuç yapı iskelesinin her yaş düzeyinde uygulanmasının matematik öğretimi üzerindeki etkisini değiştirmeyeceğini göstermektedir. İkinci bağımsız değişken olarak, matematik öğretiminde yapı iskelesi uygulanırken teknolojik uygulama kullanımı seçilmiştir. Teknolojik uygulama kullanımı yapı iskelesi etki büyüklüğünü yordamamaktadır (p=0,0597, p>0,05). Bu sonuç yapı iskelesi uygulanırken teknolojik uygulamalar ile desteklenmesinin matematik öğretimi üzerindeki etkisini değiştirmeyeceğini göstermektedir. Literatür çalışması yapılırken incelenen nitel çalışmalara göre bu sonuç teknolojik uygulama kullanılması adına olumlu yöndedir. Bu sebeple teknolojik uygulama kullanımı ile ilgili daha fazla nicel araştırmaya ihtiyaç bulunduğunu söylemek mümkündür.

Meta-analize dahil edilen çalışmaların sonuçlarına göre yapı iskelesi; öğretmenlerin yöntemi kullanma konusundaki yatkınlığı incelendiğinde (Çilingir, 2018) işbirlikçi çalışma ortamlarında öğrencilere destek olması için kullanıldığında (Dagoc & Tan, 2018; Ihechukwu, 2020; Karabay, 2020; Kereluik, 2013) ve teknolojik uygulamalarla sınıf içi etkinliklerde uygulandığında (Chase & Abrahamson, 2015; Karabay, 2020; Kereluik, 2013; Maverech & Iddini, 2021; Roschelle ve diğerleri, 2010; Vogel ve diğerleri, 2021) matematik öğretimi üzerinde süreci kolaylaştırmasından dolayı olumlu bir etkiye sahiptir. Yapı iskelesinin, literatür taraması yapılırken nicel ve nitel çalışmalarda vurgulanan, ebeveyn desteği, öğretmen desteği ve akran desteği olmak üzere üç önemli destek boyutu bulunmaktadır (Chase & Abrahamson, 2015; Karabay, 2020; Kereluik, 2013; Maverech & Iddini, 2021; Roschelle ve diğerleri, 2010; Vogel ve diğerleri, 2021). Dahil edilen araştırmaların sonuçlarına göre öğrencilerin başarısını artırmak için öğretimde iskele yaklaşımı öğrencilerin performansını önemli ölçüde arttırmıştır (Dagoc & Tan, 2018; Huang ve diğerleri, 2022; İlyas ve diğerleri, 2013; Sutiarso ve diğerleri, 2018). Matematik öğrenmek için destekleme ve metafor olarak iskele kurmak ile birebir ilgilidir (Dagoc & Tan,2018).

Bu çalışmanın sonuçları, yapı iskelesi desteğinin matematik öğretimi üzerindeki etkisini ortaya koymakta ve bu bağlamda matematik eğitimine yenilikçi bir yöntem ve bakış açısı kazandırma açısından önemini vurgulamaktadır. Öğrenme sürecinin hiyerarşik ve aşamalı bir yapıya sahip olduğu, yapı iskelesi desteğinin ise bu aşamalarda öğrencilere rehberlik ederek kavramsal anlamda derinleşmeyi sağladığı belirlenmiştir.

## Öneriler

Matematik öğretiminde destek sağlamanın etkililiğinin, öğretim bağlamı, öğrenci özellikleri ve kullanılan destek stratejileri gibi çeşitli faktörlerden etkilenen karmaşık ve çok yönlü bir konu olduğu düşünülmektedir. Bu çalışma, kapsam ve sınırlılıklar dikkate alındığında, meta-analiz sonuçlarını dengelemek amacıyla alanda matematik öğretimini destekleyici nicel çalışmaların gerçekleştirilmesine ihtiyaç olduğunu ortaya koymaktadır. Bu araştırmanın bulguları doğrultusunda, yapı iskelesi yönteminin matematik öğretiminde etkili bir strateji olarak kullanılmasının teşvik edilmesi önerilmektedir. Öğretmenlerin, öğrencilerin bireysel farklılıklarına göre yapı iskelesi uygulamalarını uyarlayabilmeleri için hizmet içi eğitim programlarına yer verilmelidir. Ayrıca yapı iskelesi yönteminin teknolojik araçlarla entegrasyonu konusunda öğretmenlere yönelik rehberlik materyalleri ve uygulamalı örnekler sunulmalıdır. Mevcut çalışma, yapı iskelesi yönteminin matematik öğretimindeki pedagojik etkililiğine ilişkin sınırlı sayıdaki araştırmayı sistematik biçimde analiz ederek alana bütüncül bir bakış sunmayı amaçlamıştır. Her ne kadar bu çalışmada analiz edilen 13 çalışma, genel etki büyüklüğünü ortaya koymak için yapı iskelesi yaklaşımına dair genel eğilimleri ortaya koymak açısından önemli ipuçları sunsa da özellikle alt grup ve moderatör analizleri açısından sınırlayıcı olabilmektedir. Literatürdeki çalışma sayısının görece az olması, ulaşılan bulguların genellenebilirliğini belirli ölçüde sınırlamaktadır. Bu nedenle, gelecekte yapılacak araştırmalarda daha fazla sayıda ve çeşitlilik gösteren çalışmaların dahil edilmesi hem bulguların güvenilirliğini artıracak hem de yapı iskelesi yönteminin farklı bağlamlarda nasıl işlediğine dair daha kapsamlı çıkarımlar yapılmasına olanak sağlayacaktır.

## Yazarların Beyanı

***Araştırmacıların katkı oranı beyanı:*** Bu makale, İstanbul Medeniyet Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsünde ikinci yazarın danışmanlığında birinci yazar tarafından tamamlanan yüksek lisans tezinden türetilmiştir. Birinci yazarın katkısı %60, ikinci yazarın katkısı %40'tır.

***Etik Kurul Kararı:*** Çalışma meta-analiz çalışması olduğu için doğrudan katılımcı verisi içermemesi nedeniyle Etik Kurul onayı gerektirmemektedir.

***Çatışma beyanı:*** Araştırmacıların birbirleri ile ve herhangi bir kişi, kurum ya da kuruluş ile çıkar çatışması bulunmamaktadır.

***Destek ve teşekkür:*** Yüksek lisans tezinden üretilen bu çalışmanın tez savunması sürecinde yapıcı eleştirileri, yönlendirmeleri ve değerli katkılarıyla çalışmanın gelişimine önemli ölçüde katkı sağlayan saygıdeğer jüri üyelerimiz Prof. Dr. Çiğdem Kılıç ve Prof. Dr. Hülya Kılıç Hocalarımıza teşekkür ederiz.

## Kaynaklar

Anghileri, J. (2006). Scaffolding practices that enhance mathematics learning. *Journal of Mathematics Teacher Education, 9*(1), 33–52. https://doi.org/10.1007/s10857-006-9005-9

Ardana, I. M., Ariawan, I. P. W., & Divayana, D. G. H. (2017). Measuring the effectiveness of BLCS Model (Bruner, Local Culture, Scaffolding) in mathematics teaching by using expert system-based cse-ucla. *International Journal of Education and Management Engineering, 7*(4), 1–12. https://doi.org/10.5815/ijeme.2017.04.01

Atalay-Öcal, B. (2018). *Scaffolding stratejilerinin müzik öğretmeni adaylarının çalgı öğretme ve yansıtıcı düşünme becerilerine etkisi* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Marmara Üniversitesi.

Bature, I. J., & Jibrin, A. G. (2015). The perception of preservice mathematics teachers on the role of scaffolding in achieving quality mathematics classroom instruction. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology, 3*(4), 275–283. https://doi.org/10.18404/ijemst.76395

Ben-David Kolikant, Y., &, Broza, O. (2011). The effect of using a video clip presenting a contextual story on low-achieving students' mathematical discourse. *Educational Studies in Mathematics, 76*(1), 23-47. https://doi.org/10.1007/s10649-010-9262-5

Borenstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J. P. T., & Rothstein, H. R. (2009). *Introduction to meta-analysis*. Wiley. https://doi.org/10.1002/9780470743386

Brower, R. S., Woods, C. S., Jones, T. B., Park, T. J., Hu, S., Tandberg, D. A., ... & Martindale, S. (2017). Scaffolding mathematics remediation for academically at-risk students following developmental education reform in Florida. *Community College Journal of Research and Practice, 42*(2), 112–128. https://doi.org/10.1080/10668926.2017.1279089

Çakmak Gürel, Z. (2023). Adaptive and affective support of mathematics teachers from the perspective of secondary school students. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi, 17*, 695–719. https://doi.org/10.17522/balikesirnef.1357528

Campbell Collaboration. (2022). *Effect size calculator*. https://www.campbellcollaboration.org/research-resources/effect-size-calculator.html

Chase, K., & Abrahamson, D. (2015). Reverse-scaffolding algebra: Empirical evaluation of design architecture. *ZDM – Mathematics Education, 47*(7), 1195–1209. https://doi.org/10.1007/s11858-015-0710-7

Çilingir, S. K. (2018). *Sınıf öğretmenlerinin matematik derslerinde yapı iskelesine yatkın olma düzeylerinin incelenmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Kırıkkale Üniversitesi.

Cobb, P., Yackel, E., & McClain, K. (Eds.). (2000). *Communicating and symbolizing in mathematics: Perspectives on discourse, tools and instructional design*. Lawrence Erlbaum Associates.

Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates.

Dagoc, D. A., & Tan, D. A. (2018). Effects of metacognitive scaffolding on the mathematics performance of grade 6 pupils in a cooperative learning environment. *International Journal of English and Education, 7*(4), 378–389.

Dove, A., & Hollenbrands, K. (2013). Teachers' scaffolding of students' learning of geometry while using a dynamic geometry program. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 45*(5), 668–681. https://doi.org/10.1080/0020739x.2013.868540

Eick, C. J. (2002). Use of the learning cycle with inters: A case study. *School Science and Mathematics, 102*(1), 32–42. https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2002.tb18192.x

Erdoğan, A., & Erdoğan, E. Ö. (2018). Scaffolding students in non-routine problem solving environment: The case of two mathematics teachers. *Journal of Human Sciences, 14*(4), 4850–4864. https://doi.org/10.14687/jhs.v14i4.5016

Glass, G. (1982). Meta-analysis: An approach to the synthesis of research results. *Journal of Research in Science Teaching, 19*(2), 93-112. https://doi.org/10.1002/tea.3660190202

González, G., & DeJarnette, A. F. (2015). Teachers' and students' negotiation moves when teachers scaffold group work. *Cognition and Instruction, 33*(1), 1-45. https://doi.org/10.1080/07370008.2014.987058

Hogan, K., & Pressley, M. (1997). Scaffolding scientific competencies within classroom communities of inquiry. In K. Hogan & M. Pressley (Eds.), *Scaffolding student learning: Instructional approaches and issues* (pp. 74–98). Brookline Books.

Hogan, K., Nastasi, B. K., & Pressley, M. (1999). Discourse patterns and collaborative scientific reasoning in peer and teacher-guided discussions. *Cognition and Instruction, 17*(4), 379–432. https://doi.org/10.1207/S1532690XCI1704_2

Huang, Q., Sun, J., Lau, E. Y. H., & Zhou, Y. (2022). Linking Chinese mothers' and fathers' scaffolding with children's initiative and mathematics performance: A moderated mediation model. *Early Childhood Research Quarterly, 59*, 74–83. https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2021.11.001

Ihechukwu, N. (2020). Impact of instructional scaffolding approach on secondary school students' achievement in mathematics. *Malikussaleh Journal of Mathematics Learning (MJML), 3*(2), 46–50. https://doi.org/10.29103/mjml.v3i2.3168

İlyas, B. M., Rawat, K. J., Bhatti, M. T., & Malik, N. (2013). Effect of teaching of algebra through social constructivist approach on 7th graders' learning outcomes in Sindh Pakistan. *International Journal of Instruction, 6*(1), 151–164.

Karabay, F. H. (2020). *Matematiksel problem çözmede mobil uygulamalarla yapı iskelesi ve ipucu kullanımının ilkokul üçüncü sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına ve bilişsel yüklerine etkisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Yozgat Bozok Üniversitesi.

Kereluik, K. M. (2013). *Scaffolding self-regulated learning online: A study in high school mathematics classrooms* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Michigan State University.

Lipsey, M. W., & Wilson, D. B. (2001). *Practical meta-analysis*. Sage Publications.

Marshman, M. (2017). Identifying the mathematics middle year students use as they address a community issue. *Mathematics Education Research Journal, 30*(4), 355-382. https://doi.org/10.1007/s13394-017-0195-5

Mevarech, Z. R., & Iddini, V. (2021). Developing young children's mathematics knowledge and reasoning through mathematics e-book activities supported by metacognitive scaffolding. *Journal of Cognitive Education and Psychology, 20*(2), 179-189. https://doi.org/10.1891/jcep-2021-0016

Molleman, L., van den Berg, P., & Weissing, F. J. (2014). Consistent individual differences in human social learning strategies. *Nature Communications, 5*, 3570. https://doi.org/10.1038/ncomms4570

Nason, R., Chalmers, C., & Yeh, A. (2012). Facilitating growth in prospective teachers' knowledge: Teaching geometry in primary schools. *Journal of Mathematics Teacher Education*, *15*(3), 227–249. https://doi.org/10.1007/s10857-012-9209-0

Pea, R. D. (2004). The social and technological dimensions of scaffolding and related theoretical concepts for learning, education, and human activity. *The Journal of the Learning Sciences*, *13*(3), 423–451. https://doi.org/10.1207/s15327809jls1303_6

Pol, J., Volman, M., & Beishuizen, J. (2010). Scaffolding in teacher–student interaction: A decade of research. *Educational Psychology Review, 22*(3), 271–296. https://doi.org/10.1007/s10648-010-9127-6

Roschelle, J., Rafanan, K., Bhanot, R., Estrella, G., Penuel, W. R., Nussbaum, M., & Claro, S. (2010). Scaffolding group explanation and feedback with handheld technology: Impact on students' mathematics learning. *Educational Technology Research and Development*, *58*(4), 399–419. https://doi.org/10.1007/s11423-009-9142-9

Schmid, H. C., Stijnen, T., & White, I. R. (2021). *Handbook of meta-analysis*. Taylor & Francis Group. https://doi.org/10.1201/9781315119403

Şen, S., & Yıldırım, İ. (2021). *CMA ile meta-analiz uygulamaları*. Anı Yayıncılık.

Sutiarso, S., Coesamin, C., & Nurhanurawati, N. (2018). The effect of various media scaffolding on increasing understanding of students' geometry concepts. *Journal on Mathematics Education*, *9*(1), 95–102. https://doi.org/10.22342/jme.9.1.4291.95-102

Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, *12*(2), 257–285. https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202_4

Tharpe, R., & Gallimore, R. (1988). *Rousing minds to life: Teaching, learning and schooling in social context*. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9781139173698

Üstünel, M. F. (2016). *Ödevin akademik başarıya etkisi: Bir meta-analiz çalışması* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Akdeniz Üniversitesi.

Van de Pol, J., Volman, M., & Beishuizen, J. (2010). Scaffolding in teacher–student interaction: A decade of research. *Educational Psychology Review*, *22*, 271–296. https://doi.org/10.1007/s10648-010-9127-6

Vogel, F., Kollar, I., Ufer, S., Strohmaier, A., Reiss, K., & Fischer, F. (2021). Scaffolding argumentation in mathematics with CSCL scripts: Which is the optimal scripting level for university freshmen? *Innovations in Education and Teaching International*, *58*(5), 512–521. https://doi.org/10.1080/14703297.2021.1961098

Wood, D., Bruner, J. S., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 17*, 89–100. https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1976.tb00381.x

## EXTENDED ABSTRACT

### Introduction

Scaffolding provides students with the opportunity to achieve challenging tasks with initial support from a teacher or peer. Students may not be able to complete these tasks independently at first, but with scaffolding support, they gradually become more independent in performing these tasks. The advantages of scaffolding include increased active participation in learning, improved motivation, reduced frustration, and better guidance for students throughout the process with appropriate feedback from teachers. Scaffolding enhances students' understanding of mathematical concepts by presenting abstract mathematical ideas through concrete examples and step-by-step processes. Additionally, teachers provide individualized guidance, allowing each student to learn at their own pace. This method helps students develop problem-solving skills and become capable of performing more complex tasks independently. A meta-analysis study was conducted by combining the results of previous research to examine the effects of the scaffolding method in mathematics education. This study investigates the effectiveness of the scaffolding method, which supports students' learning processes in mathematics education. Scaffolding is a method derived from Lev Vygotsky's social learning theory, where teachers or more proficient students provide temporary support to help less proficient students achieve more difficult tasks. The aim of this support is to enable the students to become independent over time and learn on their own.

The research questions addressed in this study are as follows: What are the implementation stages of the scaffolding method, and how is it applied in mathematics education? What is the effect size of the scaffolding method in mathematics education? What role do age and grade level play in this effect? Which factors influence student participation and success in the context of the scaffolding method? The study includes 13 out of 435 studies conducted between 2010 and 2023 in the meta-analysis. The scope and content of these studies clearly reveal the effects of scaffolding on mathematics education. However, since the study is based on a limited dataset, it is emphasized that further quantitative research on the subject is needed. The aim of this study is to examine the effects of the scaffolding method on mathematics education and demonstrate how this effect varies based on students' age, grade level, and mathematical fields. Additionally, the impact of technological applications alongside scaffolding usage is also investigated.

### Method

In this meta-analysis study, 13 studies from the literature were systematically reviewed, and the effects of scaffolding in mathematics education were examined. The effect sizes of the studies and the impact of various moderator variables were analyzed using the CMA 4.0 program.

### Results

According to the analysis results, the effect of the scaffolding method on mathematics education was found to be heterogeneous (varied). In other words, the effect size varies according to school level and specific mathematical sub-disciplines. However, the effects of age and the use of technological applications did not significantly affect the effect size according to meta-regression analyses. This finding shows that the scaffolding method is generally effective in mathematics education but exhibits varying levels of effectiveness under different conditions. The research demonstrates that the scaffolding method is an effective approach in mathematics education. Scaffolding helps enhance academic success, particularly by guiding students through their learning processes. Some studies show positive effects of scaffolding on students' mathematical achievements, while others highlight the need for further research. Therefore, it is recommended that teachers provide support at an appropriate level for each student and gradually withdraw this support when using the scaffolding method.

### Conclusion

Teachers can encourage students to take greater responsibility for their learning processes using the scaffolding method. To ensure students' active participation in learning, teachers need to ask the right questions and help students discover their own problem-solving methods. Scaffolding offers teachers the opportunity not just to provide information but also to foster students' thinking skills and contribute to their independent learning. This research demonstrates how effective the scaffolding method is in mathematics education and highlights the importance of integrating this method into teaching processes. However, every educational environment is different, and further research is needed to better understand the conditions under which scaffolding is most effective. Teachers should consider students' individual needs and provide support with the right strategies.