



Türkiye’de Yapılan Argümantasyon Temelli Matematik Öğretiminin Öğrencilerin Başarılarına Etkisinin Meta-Analiz ile İncelenmesi


Investigation of the Effect of Argumentation-Based Mathematics Teaching on the Achievement of Students in Turkey by Meta-Analysis

Buse Gizem Yitmez, Duygu Alyeşil Kabakçı, Ülkü Özturan Ecemiş,
Zeynep Filiz Aramış, Berna Cantürk Günhan

Yazar Bilgileri

Buse Gizem Yitmez* 
gizem.yitmez@gmail.com

Duygu Alyeşil Kabakçı* 
matemaduygu@gmail.com

Ülkü Özturan Ecemiş* 
ulkuozturan@gmail.com

Zeynep Filiz Aramış* 
filiz.aramis@hotmail.com

Berna Cantürk Günhan 
Prof. Dr., Dokuz Eylül
Üniversitesi, Eğitim Fakültesi,
berna.gunhan@deu.edu.com

*Doktora Öğrencisi, Dokuz
Eylül Üniversitesi

ÖZ

Argümantasyon temelli öğretim ile öğrenciler kavramlarla ilgili tartışma yapma, veri toplama, argüman oluşturma ve savunma imkânı bulmaktadırlar. Yapılan araştırmalar bu öğretim yönteminin matematik öğretimine olumlu etkileri olduğunu göstermektedir. Bu çalışmada argümantasyon temelli matematik öğretiminin öğrencilerin matematik başarıları üzerindeki etkisinin ortaya koyulması amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda Türkiye’de argümantasyon temelli matematik öğretim ile ilgili yapılan çift gruplu deneysel çalışmalar meta-analiz yöntemi aracılığıyla incelenerek, YÖK Ulusal Tez Merkezi, Ulakbim, ERIC ve Google Akademik veri tabanları, “argümantasyon”, “matematik” ve “geometri” anahtar kelimeleri kullanılarak taranmıştır. Alanyazın taraması sonucunda araştırmanın ölçütlerine uygun olarak 2015-2020 yılları arasında yapılmış beşi tez ve üçü makale olmak üzere toplam sekiz çalışmaya ulaşılmıştır. Meta-analiz sonucunda argümantasyon temelli matematik öğretiminin geleneksel öğretim yöntemlerine göre öğrencilerin matematik derslerindeki akademik başarılarına istatistiksel olarak anlamlı ve yüksek düzeyde etkisinin olduğu belirlenmiştir. Ayrıca yayın türü, öğrenim kademesi ve konu alanı için yapılan moderatör analizleri sonucunda gruplar arası etki büyüklükleri hesaplanmış ve istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür. Ülkemizde bu alandaki çalışmalarda eksiklikler olması nedeniyle farklı öğrenci grupları ve farklı sınıf seviyelerinde yapılacak çalışmaların hem ulusal hem de uluslararası alana katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Makale Bilgileri

Anahtar Kelimeler
Argümantasyon
Matematik Öğretimi
Meta-Analiz
Başarı

Keywords
Argumentation
Mathematics Teaching
Meta-Analysis
Achievement

Makale Geçmişi
Geliş: 16.10.2022
Düzeltilme: 03.01.2023
Kabul: 19.01.2023

ABSTRACT

Students can obtain the opportunity to discuss on the concepts, collect data, mount an argument and justify that argument thanks to Argumentation Based Mathematics Teaching. The studies show that this teaching method has positive effects on mathematics teaching. This research aims to reveal the effect of Argumentation Based Mathematics Teaching on mathematics achievement of students. For this purpose, two-group experimental studies on Argumentation-Based Mathematics Teaching in Turkey were examined through meta-analysis method. In order to access these studies, CoHE National Thesis Center, Ulakbim, ERIC and Google Scholar databases were searched using the keywords "argumentation", "mathematics" and "geometry". As a result of the literature review, in accordance with the purpose of the research, a total of eight studies, five theses and three articles, were reached between the years 2015-2020. Consequently, it was determined that Argumentation-Based Mathematics Teaching had a high and statistically significant effect on the academic achievement of students in mathematics compared to traditional teaching methods. In addition, as a result of the moderator analyzes for the type of publication, education level and the subject of the course, the effect quantities between the groups were calculated and it was seen that there was not a statistically significant difference. Due to the deficiencies in the research in this field in our country, it is considered that the studies to be carried out in different student groups and different grade levels will contribute to both national and international fields.

Makale Türü

Derleme

Önerilen Atıf Yitmez, B. G., Alyeşil-Kabakçı, D., Özturan-Ecemiş, Ü., Aramış, Z. F. & Cantürk-Günhan, B. (2023). Türkiye’de yapılan argümantasyon temelli matematik öğretiminin öğrencilerin başarılarına etkisinin meta-analiz ile incelenmesi. *TEBD*, 21(1), 335-356. <https://doi.org/10.37217/tebd.1189952>

Giriş

Yapılandırmacı yaklaşım ile oluşturulan ve sonrasında birçok kez güncellenen ortaokul matematik öğretim programının özünde matematiksel bilgiyi analiz eden, zihninde yapılandıran ve yorumlayabilen bireyler yetiştirme hedefi bulunmaktadır. Bu hedef “bilimde yetkinlik” başlığı altında “...soruları tanımlamak-kanıta dayalı sonuçlar üretmek amacıyla doğal dünyanın açıklanmasına yönelik bilgi ve metodolojiden yararlanma becerisi...” ifadeleriyle belirtilirken öğrencilerin kavramları anlamlandırma ve oluşturma sürecinde birbirleriyle iletişim kurmaya teşvikin vurgulandığı görülmektedir (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018). Matematiksel öğrenmelerin gerçekleştiği bu sosyal ortamlarda öğrencilerin matematiksel anlamalarını geliştirmek, eleştirel düşünebilmek ve düşüncelerini rahatlıkla ifade edebilmek için matematiksel tartışmalar yapılmalıdır. Öğrencilerin argümanlar oluşturduğu, akıl yürüttüğü ve başkalarının fikirlerini açıkladığı bu tartışmalar süresince etkin matematiksel sorgulamalar gerçekleşmektedir. Bu sorgulamalar sırasında öğrenciler kendi düşüncelerini açıklamakta, başkaları bu düşünceye meydan okuduğunda ise matematiksel gerekçeler sunmaktadırlar (Tekin-Dede, 2018). Açıklamaların gerekçelerle desteklendiği bu süreç argümantasyon sürecine işaret etmektedir.

Toulmin’in (1958) “Argümanların Kullanımları (The Uses of Arguments)” kitabı ile ortaya çıkan ve ilk kez hukuk alanında kullanıldığı bilinen argümantasyon kavramının (Topuz ve Cantürk-Günhan, 2021) hukuktan sağlığa, mühendislikten eğitime birçok alanda ele alındığı görülmektedir (Tekin-Dede, 2018). Ancak argümantasyon kavramını tanımlamadan önce beraberinde getirdiği argüman kavramının açıklanması gerekmektedir. Argüman, Türk Dil Kurumu Sözlüğüne (TDK, 2019) göre “kanıt, tez, iddia, sav” anlamlarına gelmektedir. Toulmin (1958) ise argümanı modeli açıklayıcı, bir tahmini veya sonucu desteklemek veya çürütmek için ortaya koyulan teorilerin ya da kanıtların bir arada kullanılması olarak tanımlamaktadır. Argümanların belirli bir bütüncül bakış içerisinde kullanılması gerekliliği argümantasyona olan ihtiyacı ortaya çıkarmıştır (İnam ve Güven, 2019).

Argümantasyon kavramı, argüman kavramından farklı olup alanyazında farklı şekillerde tanımlanmıştır. Matematik öğretiminde argümantasyon çalışmalarının önemli kısmı Krummheuer’in (1995) “Argümantasyonun Etnografyası” adlı araştırmasına dayanmaktadır (Tekin-Dede, 2018). Krummheuer (1995) argümantasyonu, matematik probleminin çözümü sırasında akıl yürütmenin istendik olarak o anda açıklanmasında ve sonrasında meydana gelen etkileşimler olarak tanımlarken Kuhn ve Udell (2003) ortaya atılan bir problem durumunda bireylerin iddialarını ve çözüm önerileri sunarak çürütücü fikirlerin tartışıldığı dinamik bir süreç olarak ifade etmektedir. Cross (2009) ise argümantasyonu tartışma sırasında gerçekleştirilen eylemlere odaklanan matematiksel fikirlerin paylaşılması, açıklanması ve gerekçelendirilmesi olarak tanımlarken Conner, Singletary, Smith, Wagner ve Francisco (2014) bir grubun ortak düşünce ile neticeye vardığı matematiksel tabanlı

tartışmalar olarak ifade etmişlerdir. Matematik eğitimi alanyazını incelendiğinde argümantasyon, öğrencinin bireysel veya grupla birlikte yapacağı bir duruma ilişkin fikir yürüttüğü, varsayımlar oluşturduğu, teoriyi kanıtlamak için kullanılacak yöntemi belirlemeye yönelik akıl yürüttüğü bir süreç olarak kullanılmıştır. İncelenen tanımlamalardan da anlaşılacağı üzere argümantasyon teriminin anlamı üzerinde ortak bir fikir birliği bulunmamaktadır (Pedemonte, 2008). Buradan hareketle en genel anlamda argümantasyonun cevapların veya çözüm yollarının açıkça bilinmediği sorulara cevap bulma, iddiaları desteklemek için çıkarımlar yapma ve akıl yürütme ile akla en yakın doğru sonuca ulaşma süreci olduğu söylenebilir.

Sınıfta gerçekleşen etkin sorgulamalar esnasında öğrencilerin oluşturduğu argümanları incelemek için Toulmin'in (1958) argümantasyon modeli kullanılmaktadır. Bu model altı bileşenden oluşmakta ve ana bileşenlerini; üzerinde tartışılan ifade olan iddia (claim), iddiayı destekleyen veriler (data) ve iddiayı haklı çıkarmak için ortaya atılan gerekçeler (warrant) oluşturmaktadır. Bir argümantasyon modelinin yardımcı bileşenlerini ise iddiayla ilgili kesinliğin derecesini ifade eden niteleyiciler (qualifier), gerekçeyi desteklemek için kullanılan destekleyiciler (backing) ve oluşturulan argümanın geçerli olmayacağı durumları belirten çürütücüler (rebutal) oluşturmaktadır. Argümantasyon modelinin bu yapısı tartışma sürecinde bir argümanın oluşturulması, uygun argümanların belirlenmesi, öğretilmesi ve değerlendirilmesi konusunda yardımcı olmaktadır.

Öğretim ortamlarında etkili bir argümantasyon sürecinin gerçekleştirilebilmesi için öğrencilerin iş birliği içerisinde faaliyette bulunabilecekleri uygun bir öğrenme ortamının olması gerekmektedir. Bu anlamda doğası gereği bilimsel tartışmayı içerisinde barındıran argümantasyon temelli öğretim (ATÖ) hem kendi içinde sahip olduğu bileşenlerin tartışmaya bir sınır getirmesi hem de tartışmaya bilimsellik katması yönüyle eğitim sürecinde kullanılabilir bir yöntemdir (İnam, 2020). ATÖ ile bireyler kendi düşüncelerine uygun tartışma yaparak ve akıl yürüterek yeni fikirler elde edebilir, böylelikle en kabul edilebilir duruma ulaşabilir. Bu öğretim yöntemi ile öğrenciye bir düşünce dikte edilmeye ya da birey o fikre gerekçelerle ikna edilmeye çalışılır (Schweizer, 2002). ATÖ'de öğrenciler bir konu hakkında gerekli verileri toplayıp sözlü veya yazılı olarak kendi argümanlarını oluşturma, argümanlarını grup içinde savunma ve diğer fikirleri çürütme imkânı bulurlar (Erduran, Ardaç ve Güzel, 2006). Bu sayede öğrenciler öğrendiği bilgileri tekrar etme ve yanlış ya da eksik öğrenilen bilgiler varsa gözden geçirme imkânı bulurlar ve tam öğrenmenin gerçekleşmesine katkı sağlar. Ayrıca öğrencilerin araştırma becerilerinin gelişmesine, üst düzey problem çözme becerilerine ulaşmasına, akıl yürütme becerilerinin gelişmesine katkı sağlanmaktadır. Bu anlamda öğrenciyi merkeze alan kavramsal anlama, problem çözme, araştırma yapma, bilgi üretme ve kullanma becerilerini önemseyen matematik öğretim programının genel amaçları çerçevesinde (MEB, 2018) ATÖ kullanılabilir.

ATÖ'nün matematik eğitiminde kullanılması argümantasyon temelli matematik öğretim (ATMÖ) yöntemi olarak karşımıza çıkmaktadır. ATMÖ'de öğrencilerin matematiksel kavramlarla ilişkili argümanlar geliştirebilmeleri, geliştirdikleri argümanları arkadaşlarına karşı savunabilmeleri, önceki bilgilerini kullanarak argümanlarını gerekçelendirebilmeleri, destekleyebilmeleri, önceden ortaya atılmış argümanlarla kendi argümanlarını karşılaştırabilmeleri ve sonuç olarak matematiksel ve eleştirel düşünceye ulaşabilmeleri amaçlanır (Yackel ve Cobb, 1996). Buradan hareketle ATMÖ öğrencilerin herhangi bir konu veya problem karşısında fikirlerini üretme ve ürettikleri fikirleri sorgulayabilme imkânı sağlayan öğretim yöntemidir (Küçük-Demir, 2014). Bu bağlamda bir öğretim yöntemi olarak kullanılan ve tartışmanın içerisinde yer aldığı ATMÖ'nün eğitim sürecine entegre edilmesi oldukça önem arz etmektedir.

Öğrencilerin matematik başarılarını etkileyen faktörler arasında uygulanan öğretim yöntem ve teknikleri, dersi iyi dinleme ve düşünme becerilerinin gelişimini destekleyen yöntemlerin kullanımına ağırlık verilmesi yer almaktadır (İnam, 2020). ATMÖ içerisinde bu faktörleri barındırması nedeniyle ATMÖ ile matematik başarıları arasında bir ilişkiden söz edilebilmektedir. Alanyazında matematik eğitimi alanında yapılan çalışmalar incelendiğinde ATÖ'nün öğrencilerin matematik başarılarını arttırdığı (Can ve İşleyen, 2016; Duran, Doruk ve Kaplan, 2017; Küçük-Demir, 2014; Mercan, 2015) ve matematiğe ilişkin tutumlarını olumlu yönde etkilediği (Mercan, 2015) belirtilmiştir. Can (2018) argümantasyon temelli olasılık öğretiminin matematik öğretmen adaylarının başarısına ve bilgilerinin kalıcılığına etkisini incelemiş ve bu yaklaşımın öğretmen adaylarının olasılık konusundaki başarılarını arttırdığı ancak bilgilerinin kalıcılığına etkisi olmadığı sonucuna ulaşmıştır. Duran vd. (2017) argümantasyon temelli olasılık öğretiminin sekizinci sınıf öğrencilerinin matematik başarıları ile matematik kaygılarına etkisini incelemiş ve öğrencilerin ATÖ ile mevcut öğretim yöntemine göre daha başarılı olduğunu ortaya koymuştur. İnam (2020) geometrik cisimler ve ölçme konularının ATMÖ yöntemi ile işlenmesinin altıncı sınıf öğrencilerinin öz yeterlikleri, matematiksel süreç becerileri, akademik başarıları, tartışma isteklikleri ve bilgi transferlerine etkisine yönelik yaptığı çalışmada, ATMÖ'nin akademik başarı ve tartışma istekliliğini arttırdığı sonucuna ulaşmıştır. Öz (2019) üçgenler konusunda ATÖ yönteminin dokuzuncu sınıf öğrencilerin üst bilişsel becerilerine, akademik başarısına, iletişim becerilerine, matematiğe karşı tutumlarına ve problem çözmeye yönelik yansıtıcı düşünme becerilerine etkisini araştırmıştır. Araştırmanın sonucunda ATÖ yönteminin öğrencilerin akademik başarılarına, iletişim becerilerine, matematiğe karşı tutumlarına ve üst bilişsel becerilerine olumlu yönde etki ettiğini gözlemlemiştir.

Yapılan araştırmalarda ATMÖ yönteminin öğrencilerin matematik başarısını olumlu yönde etkilediği görülmektedir. Ancak araştırmalardan elde edilen sonuçların ayrı ayrı analiz edilmesi ve dolayısıyla bir bütün olarak yorumlanamaması bazı durumlarda yanlış ya da eksik sonuçlara yol

açabilmektedir (Küçük-Avcı, Çoklar ve İstanbullu, 2019). Bu anlamda farklı çalışmalarda elde edilen sonuçların bir araya getirilerek genel sonuçlar elde edilmek üzere analizlerinin yapılması anlamına gelen (Borenstein, Hedges, Higgins ve Rothstein, 2013) meta-analiz çalışmalarının yapılması araştırmalara yol göstermek açısından önem arz etmektedir. Ancak alanyazın incelendiğinde ATMÖ'nün matematik başarısı açısından değerlendirildiği bir meta-analiz çalışmasına rastlanmamıştır. Dolayısıyla ATMÖ ile matematik başarısının ölçüldüğü çalışmalardan yola çıkılarak daha genel sonuçların elde edilebilmesi için bu alanda araştırma yapılmasına ihtiyaç duyulmuştur. Bu bağlamda araştırmada ATMÖ yönteminin öğrencilerin matematik başarısı üzerine etkisinin ortaya koyulması ve çalışmaların etki büyüklüklerinin yayın türü, öğrenim kademesi ve konu alanına göre değişip değişmediğinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda araştırmada aşağıda verilen sorulara cevap aranmaktadır:

1. ATMÖ ile öğrencilerin matematik başarıları arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmaların ortalama etki büyüklüğü ne düzeydedir?
2. ATMÖ ile öğrencilerin matematik başarıları arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmaların etki büyüklükleri yayın türüne, öğrenim kademesine ve konu alanına yönelik başarıya göre istatistiksel olarak değişmekte midir?

Araştırma sonuçlarının hem matematik eğitimi alanında yapılan argümantasyon çalışmalarına yol göstereceği hem de bu alanda çalışacak araştırmacılar için başvuru kaynağı olacağı düşünülmektedir.

Yöntem

Araştırmanın Deseni

Bu araştırmada, ATMÖ'nün öğrencilerin akademik başarısına etkisinin incelenmesi için meta-analiz yöntemi kullanılmıştır. Her bilimsel araştırma yönteminde olduğu gibi meta-analiz yöntemi de kendine özgü bir süreç içerisinde ilerlemektedir. Öncelikle meta-analiz uygulaması için çalışılacak konu belirlenir ve belirlenen konuya ilişkin alanyazın taraması yapılır. Tarama sürecinden sonra meta-analizi gerçekleştirilecek konu için ölçütler belirlenir ve belirlenen ölçütlere göre meta-analize dâhil edilecek çalışmalara karar verilir. Bu süreçte ölçütlerin belirli bir mantık çerçevesinde ve olabildiğince kapsayıcı olmasına dikkat edilmesi gereklidir (Şen ve Yıldırım, 2020). Meta-analizin en zor bölümü olarak görülen bu aşamaların eksiksiz bir şekilde tamamlanması, elde edilen verilerin analizinin kolaylıkla yapılmasına ve böylece çalışmanın net bir şekilde yorumlanmasına olanak sağlamaktadır (Dinçer, 2021). Bu aşamalardan sonra belirlenen ölçütlere uygun olarak seçilen çalışmaların araştırmacı tarafından kodlanması sürecine geçilir. Kodlama süreci tamamlandıktan sonra analizlerin yapılacağı etki büyüklüğü değerine karar verilmelidir. Meta-analiz için seçilmiş olan çalışmaların örneklem büyüklükleri farklılık gösterdiği için standart bir değere ihtiyaç vardır. Bu

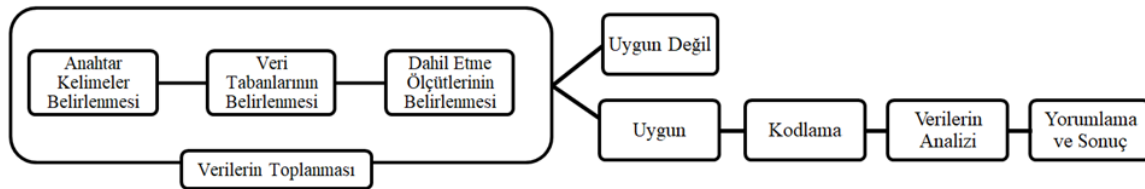
nedenle farklı örneklem büyüklüğündeki birbirinden bağımsız çalışmaların verilerinin ortak bir değere dönüştürülmesi gereklidir. Bu değer etki büyüklüğü (effect size) olarak nitelendirilmektedir (Höffler ve Leutner, 2007).

Etki büyüklüğü, meta-analize dâhil edilen tüm çalışmaların aynı ölçütü kullanarak yorumlanabilmesine ve bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerindeki etkisi hakkında yorum yapılabilmesine olanak tanımaktadır. Hesaplanan etki büyüklüğü değerleri üzerinde ortalama etki büyüklüğü hesaplanır ve heterojenlik, moderatör ve yayım yanlılığı gibi istatistiksel analizler gerçekleştirilir. Bu analizler ile birlikte huni ve orman grafikleri de görsel olarak elde edilen analizleri desteklemektedir (Şen ve Yıldırım, 2020). Bu aşamalardan sonra son kontrollerin yapılması ve herhangi bir problemle karşılaşılması durumunda ilgili basamağa dönüş yapılarak sürecin tekrarlanması önerilmektedir (Dinçer, 2021). Son olarak da veri analizi sonucunda elde edilen bulgular yorumlanarak süreç tamamlanır.

Verilerin Toplanması

Meta-analiz yöntemin kullanıldığı bu araştırmada etki büyüklüğünü hesaplamak için izlenen basamaklara Şekil 1’de yer verilmiştir.

Şekil 1 incelendiğinde araştırmada kullanılacak ilgili çalışmaların toplanması için ilk olarak taramada kullanılacak anahtar kelimelerin belirlenmesi, sonrasında veri tabanlarının belirlenmesi ve son olarak da dâhil etme ölçütlerinin belirlenmesi adımları izlenmiştir.



Şekil 1. Meta-Analiz Süreci

Araştırmaya dâhil edilecek çalışmaların belirlenmesi adına tarama sırasında Türkçe olarak “argümantasyon”, “matematik”, “geometri” ve İngilizce olarak da “argumentation”, “mathematics”, “geometry” arama kelimeleri kullanılarak ERIC (Education Resources Information Center), YÖK Ulusal Tez Merkezi, Google Akademik veri tabanı ve makalelerin arşivlendiği Ulakbim veri tabanı taranmıştır. Bu veri tabanları, eğitim alanında sıklıkla kullanılan veri tabanları olması ve yayımlanan çalışmaların tümünün dijital ortamda paylaşılmış olması sebebiyle tercih edilmiştir. Bunun yanında araştırmaların tamamının kaynakçaları detaylı bir şekilde incelenmiş, bu sayede herhangi bir veri kaybı oluşumunun önüne geçilmesi amaçlanmıştır. Belirlenen anahtar kelimeler, belirtilen veri tabanlarında kullanılarak 22.10.2021 tarihinden 03.12.2021 tarihine kadar, araştırmacılar tarafından ayrı ayrı tarama gerçekleştirilmiştir.

Tarama sırasında “argümantasyon”, “matematik” ve “geometri” anahtar kelimeleri kullanılarak YÖK ulusal tez merkezinden toplamda 16 teze, Ulakbim veri tabanından 148 tane makaleye, Google Akademik veri tabanında ise 225 çalışmaya ulaşılmıştır. ERIC veri tabanında ise İngilizce olarak yazılmış Türkiye örneğine sahip çalışmalara ulaşabilmek için “argumentation”, “mathematics” ve “geometry” kelimeleri aratılarak 22 çalışma ile karşılaşılmıştır. Buradan hareketle dâhil etme ölçütlerinin belirlenmesinden önce belirtilen anahtar kelimeler kullanılarak ilk tarama sonucunda toplamda 411 çalışmaya ulaşılmıştır. Bu çalışmalar arasından aşağıda belirlenen ölçütler doğrultusunda meta-analize dâhil edilecek çalışmalar belirlenmiştir.

1. ATMÖ yönteminin matematik başarısına etkisini inceleyen çalışma olması,
2. Araştırmaların deney-kontrol gruplu deneysel çalışma olması (deney gruplarında argümantasyon temelli öğretim, kontrol gruplarında ise geleneksel öğretim uygulanması),
3. Etki büyüklüğünün hesaplanabilmesi için gerekli istatistiksel ölçümlere sahip olması (örneklem büyüklüğü, aritmetik ortalama, standart sapma, p değeri vb.),
4. Çalışma örneğinin Türkiye’de olması,
5. Yüksek lisans/doktora tezi olması veya hakemli bilimsel bir dergide yayımlanmış makale olması

YÖK ulusal tez merkezinden elde edilen 16 tezin 6 tanesi nitel araştırma, 3 tanesi tasarım tabanlı araştırma, 1 tanesi ispat ve 1 tanesi tek gruplu deneysel çalışma olduğu için toplamda 11 tanesi araştırmaya alınmamıştır. Akademik başarı ile ilgili olarak yayımlanmış olan, araştırma problemine ve dâhil etme ölçütlerine uygun olarak beş tane lisansüstü tez bu araştırmaya dâhil edilmiştir.

Ulakbim veri tabanından elde edilen 148 tane makaleden 14 tanesinin matematik alanında yapılmış olduğu belirlenmiş ve bunlardan 3 tanesinin araştırmanın ölçütlerine uygun olduğu tespit edilmiştir. Fakat bir çalışmanın hem tez hem de makale olarak yayımlandığı tespit edilmiş ve bunların içinden yüksek lisans tezi analize dâhil edilmiştir. ERIC veri tabanında yayımlanan 22 çalışma içerisinde bir tanesinin araştırmanın dâhil etme ölçütlerine uygun olduğu belirlenmiştir. Google Akademik veri tabanından elde edilen 225 çalışma incelendiğinde ise ölçütler dâhilinde 3 çalışma ele alınmıştır. Bu çalışmaların, elde edilen diğer çalışmalar ile aynı olduğu tespit edilerek bunlar analize dâhil edilmemiştir. Sonuç olarak belirlenen ölçütler doğrultusunda ATMÖ’nün matematik başarısı üzerindeki etkisine yönelik beş lisansüstü tez üç makale olmak üzere toplamda sekiz adet çalışma araştırmaya dâhil edilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Çalışmaların Tarama ve Seçim Süreci

Kodlama İşlemi ve Çalışma Karakteristikleri

ATMÖ'nün öğrencilerin akademik başarılarına etkisini inceleyen araştırmaların etki büyüklüklerini karşılaştırmak için belirlenen kriterlere uygun çalışmalar yayın yılı, öğrenim kademesi, yayın türü, konu alanı ve örneklem büyüklüğüne ait bilgilere göre sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırma dört doktora öğrencisi ve bir öğretim üyesi tarafından yürütülmüştür. Bu kapsamda meta-analize dâhil edilen çalışmaların karakteristik bilgileri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Meta-Analize Dâhil Edilen Çalışmaların Karakteristik Bilgileri

No	Yazar ve Yıl	Öğrenim Kademesi	Yayın Türü	Konu Alanı	Örneklem Büyüklüğü
1	Can, 2018	Lisans	Dr Tez	Olasılık	44
2	Can ve İşleyen, 2016	Lisans	Makale	Olasılık	41
3	Can, İşleyen ve Küçük Demir, 2017	Lisans	Makale	Olasılık	44
4	Duran, Doruk ve Kaplan, 2017	Ortaokul	Makale	Olasılık	51
5	İnam, 2020	Ortaokul	Dr Tez	Geometri	65
6	Korkmaz, 2020	Lisans	Dr Tez	Geometri	43
7	Mercan, 2015	Lise	Dr Tez	Cebir	60
8	Öz, 2019	Lise	Yl Tez	Cebir	58

Tablo 1'e bakıldığında meta-analize dâhil edilen araştırmalardan iki tanesi ortaokul, iki tanesi lise, dört tanesi lisans düzeyindeki örneklemelerde uygulanmıştır ve araştırmaların toplam örneklem büyüklüğünün 406 katılımcıdan oluştuğu görülmüştür. Meta-analiz çalışmasında yer alan araştırmaların yayın türleri incelendiğinde dört tanesinin doktora tezi, bir tanesinin yüksek lisans tezi ve üç tanesinin makale olduğu belirlenmiştir. Ayrıca meta-analize dâhil edilen araştırmaların dördü olasılık, ikisi geometri ve ikisi ise cebir başarı alanlarında gerçekleştirilmiştir.

Verilerin Analizi

Araştırmada belirlenen ölçütler doğrultusunda alanyazın taraması sonucunda meta-analize dâhil edilen çalışmalardan ulaşılan bilgiler Comprehensive Meta Analysis (CMA) programı kullanılarak analiz edilmiştir.

Meta-analiz çalışmalarında, araştırmaya dâhil edilen yayınların seçilmesinde yanlılık olup olmadığı önemli bir eleştiri konusudur. Rosenthal (1979) basılı araştırmaların çoğunun istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar lehine yanlı olduğunu, diğer bir deyişle istatistiksel olarak anlamlı olmayan

sonuçların araştırmalara nadiren kabul edildiğini belirterek bu durumu “dosya çekmecesini problemi (file drawer problem)” olarak adlandırmıştır. Dosya çekmecesini problemi; anlamlı sonuçların yayımlanmak üzere incelemeye alınırken, anlamlı olmayan sonuçların dosya çekmecelerine sürgün edilmesi olarak nitelendirilmektedir. Bu gibi durumlar meta-analiz sonuçlarının da yanlış olmasına sebep olmaktadır. Bir meta-analiz çalışmasına dâhil edilen çalışmalar doğru sentezlenmiş olsa dahi seçilen ve üzerinde çalışılan araştırmaların sunumu yanlış olarak yapılıyorsa ulaşılan ortalama etki büyüklüğü de bu yanlışlığı yansıtacaktır (Rosenthal ve DiMatteo, 2001). Meta-analiz araştırmalarında bu tereddütlerin ortadan kaldırılması ve geçerlilikle ilgili sorunların çözümü için yayın yanlışlığının büyüklüğünün tespit edilmesi önem arz etmektedir.

Meta-analiz çalışmalarında yayın yanlışlığının incelenmesi için kullanılacak yollardan bazıları; araştırmaların yayın türüne göre incelenmesi, tanılama amacıyla huni grafiğinin kullanılması veya ara değişken analizinin yapılmasıdır (Üstün ve Eryılmaz, 2014). Yapılan araştırmada yayın yanlışlığını test etmek için Rosenthal yöntemine ait *güvenli N değeri (Classic fail-safe N)*, *huni grafiği ve Egger’in doğrusal regresyon testi* yöntemleri kullanılmıştır. Araştırmada Rosenthal’ın güvenli N değeri ile hesaplanan $\frac{N}{(5k+10)}$ değeri bulunmuş, bu değer 1’i geçip geçmediği incelenerek sonuçların dirençliliğine bakılmıştır (Mullen, Muellerleile ve Bryant 2001’den aktaran Üstün ve Eryılmaz, 2014). Huni saçılım grafiğinde; (SH) standart hata değeri ve etki büyüklüğü (EB) değerleri yer almaktadır. Huni grafiğinde yatay (x) eksen etki büyüklüğünü dikey (y) eksen ise örneklem büyüklüğünü ifade etmektedir. Bir araştırmacının yayın yanlışlığının olmadığı sonucuna varılabilemesi için dâhil edilen çalışmaların huni grafiğinde dikey (y) eksenin her iki tarafına dağılmış durumda olması beklenir. Eğer çalışmaların çoğu huni çizgisinin dışında kalıyorsa çalışmanın güvenilirliği ile ilgili sıkıntılar olabileceğinden çalışmanın yenilenmesi gerekmektedir (Borenstein vd., 2013).

Verilerin analizinde öncelikle ortalama etki büyüklüklerinin hesaplanmasında hangi istatistiksel modelin kullanılacağı belirlenmiştir. Meta-analiz alanyazınında ortalama etki büyüklüğünün hesaplanmasında rastgele etkiler modeli (random effects model) ve sabit etki modeli (fixed effect model) kullanılmaktadır. Sabit etki modeli, meta-analize dâhil edilen çalışmaların örneklem büyüklükleri haricindeki özelliklerinin homojenliğini belirtirken rastgele etkiler modeli ise çalışmalar arasındaki parametre çeşitliliğine işaret etmektedir (Cumming, 2012). Bu modellerden hangisinin kullanılacağını kararlaştırılmasında çalışmalar arasındaki heterojenliğe bakılmalıdır (Üstün ve Eryılmaz, 2014).

Heterojenlik, etki büyüklüklerinin ne ölçüde değiştiği ile ilgilidir. Bu doğrultuda meta-analize alınan çalışmaların heterojen bir dağılım gösterip göstermediği irdelenmiştir. Heterojenliği incelemek için grafik oluşturmak (örneğin orman grafiği), Cochran Q-istatistiği elde etmek ve I² değeri hesaplamak gibi birçok yöntem önerilmektedir. Bu çalışmada heterojenliğin incelenmesinde Q-

istatistiği uygulanmış ve I^2 değeri hesaplanmıştır. Q-istatistiği, meta-analize katılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar arasındaki farklılıkların rastgele dağılım olasılığını test etmektedir (Deeks, Higgins ve Altman, 2008). I^2 değeri ise Q-istatistiğinin tamamlayıcısı olarak ortalama etki büyüklüklerinin heterojenlik miktarını işaret etmektedir (Cleophas ve Zwinderman, 2017). Higgins, Thompson, Deeks ve Altman'a (2003) göre bu değer %25 ve altı olması düşük düzey, %50 olması orta düzey ve %75'ten büyük olması ise yüksek düzeyde heterojenliği belirtmektedir. Bu çalışmada I^2 değeri %65,993 olarak hesaplanmıştır. Bu doğrultuda meta-analize dâhil edilen çalışmalar orta düzeyde heterojenliğe işaret etmektedir.

Meta-analize dâhil edilen çalışmaların heterojen olduğu ve örneklem özelliklerinin çeşitli parametrelerden etkilenmiş olabileceği göz önüne alındığında yapılan çalışmada etki büyüklüğünün hesaplanması için rastgele etkiler modelinin kullanılmasının daha uygun olduğu belirlenmiştir. Ayrıca rastgele etkiler modelinin kullanılması ile yapılmak istenen çıkarımların meta-analize dâhil edilen çalışmaların ötesinde olduğu belirtilmektedir (Field, 2003; Field ve Gillett, 2010). Bu nedenle çalışmada rastgele etkiler modeli kullanılmıştır. Etki büyüklükleri yorumlanırken ise etki büyüklüğünün mutlak değerinin 0,20 ve daha küçük olması zayıf etki, 0,21-0,80 arasında olması orta etki, 0,81 ve daha büyük olması ise güçlü bir etki olarak yorumlanmıştır (Cohen, Monion ve Morrison, 2007).

Bulgular

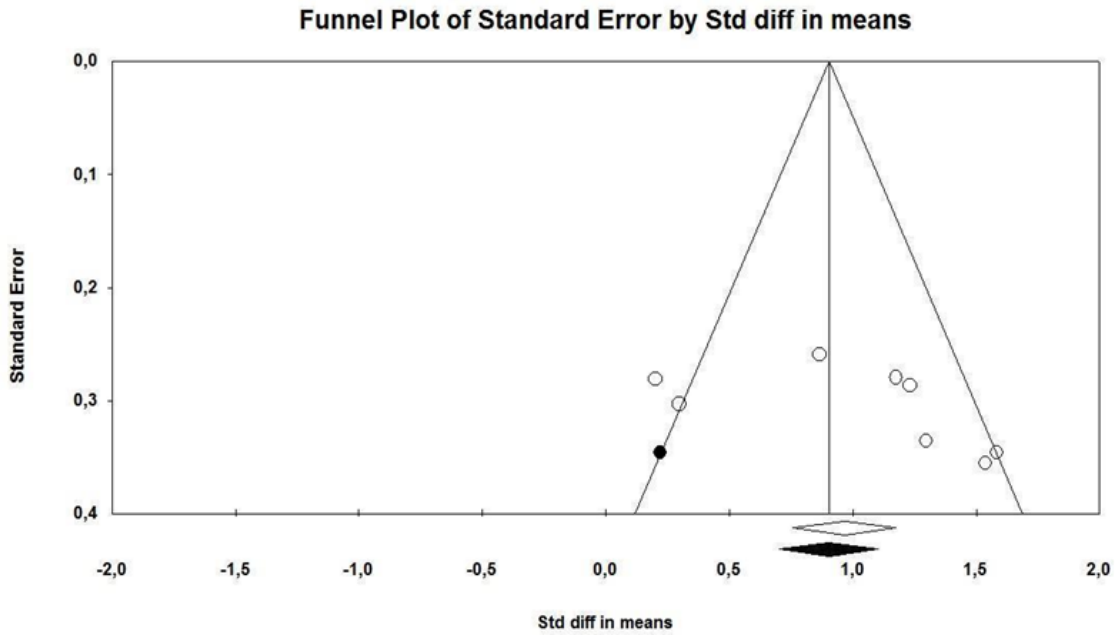
Belirlenen kriterlere uygun olarak meta-analize dâhil edilen araştırmaların karakteristik bilgileri doğrultusunda çalışmada başarı değişkenlerine ait bulgular farklı başlıklar altında incelenmiştir.

Yayım Yanlılığına İlişkin Bulgular

Araştırmada yayım yanlılığını incelemek üzere Rosenthal yöntemine ait *güvenli N değeri*, *huni grafiği* ve *Egger'in doğrusal regresyon testi* yöntemleri kullanılmıştır. *Güvenli N değeri* ile ortalama etki büyüklüğünü diğer bir deyişle ortalama ilişkiyi geçersiz kılmak için gerekli olan çalışma sayısını vermektedir (Şen ve Yıldırım, 2020). Bu sayının büyük olması ortalama ilişkinin sıfır olmadığını göstermekle birlikte eğer bu sayı görece küçükse yayım yanlılığı var demektir. Elde edilen analizler sonucunda Rosenthal'ın güvenli N değeri 173 şeklinde hesaplanmıştır yani yapılan meta-analiz çalışmasını sıfırlamak için "anlamli olmayan" 173 çalışma bulunması ve dâhil edilmesi gerekmektedir. Bu değer $\frac{N}{5k+10}$ formülünde yerine koyulduğunda $\frac{173}{5,8+10}=3,46$ olarak bulunmuştur. Bu değer 1'den büyük olması meta-analiz sonuçlarının yeni çalışmalar için güçlü olduğunu göstermektedir.

Yayım yanlılığını incelemek üzere ayrıca *huni grafiği* incelenmiştir. Huni grafiğinde büyük çalışmalar grafiğin en üstünde görünme eğilimindeyken daha küçük çalışmalar grafiğin altına doğru

görülmektedir (Şen ve Yıldırım, 2020). Yayım yanlılığının olmadığını söyleyebilmek için çalışmaların ortalama etki büyüklüğü etrafında simetrik olarak dağılması gereklidir. Araştırmanın huni grafiği sonuçları Şekil 3'te yer almaktadır.



Şekil 3. Meta-Analize Dâhil Edilen Çalışmaların Huni Grafiği

Huni grafiği incelendiğinde meta-analize dâhil edilen çalışmaların büyük bir kısmı grafiğin iç kısmında dikey çizginin etrafında simetriğe yakın bir görüntü oluşturmaktadır. Bu durumda huni grafiği araştırmada yayım yanlılığının olmadığını göstermektedir.

Son olarak yayım yanlılığı incelemek üzere *Egger'in doğrusal regresyon testi* kullanılmıştır. Bu yöntem ile etki büyüklüğünün standart hataya bölünmesi ile elde edilen standartlaştırılmış etkiyi kestirebilmek adına kesinliği ($1/\text{standart hata}$) kullanarak aynı yanlılık değerlendirilmektedir (Şen ve Yıldırım, 2020). Egger testinde $p > 0,05$ olması yayım yanlılığı olmadığını göstermektedir. Test sonucunda $p = 0,17 > 0,05$ olarak bulunmuştur. Bu sonuç meta-analize alınan çalışmaların %95 güvenle yayım yanlılığının olmadığını göstermektedir. Diğer bir deyişle etki büyüklükleri üzerinden yapılan analiz sonucunda da çalışmalarda yayım yanlılığının olmadığı tespit edilmiştir.

Ortalama Etki Büyüklüğüne İlişkin Bulgular

Çalışmadaki değişkenler arasındaki ilişkinin büyüklüğünün tespit edilmesi ve karşılaştırılması amacıyla etki değeri hesaplamaları yapılmıştır. Değerler hesaplanırken bulunan standart hata değeri yardımıyla %95 güven aralığı hesaplanmış z istatistiği ile etki büyüklüğü değerinin anlamlı düzeyde farklılığı incelenmiştir (Şen ve Yıldırım, 2020). İncelenen çalışmaların rastgele (random) etki modeline göre ortalama etki büyüklüğü, güven aralıkları ve homojen dağılım değeri Tablo 2'de sunulmuştur.

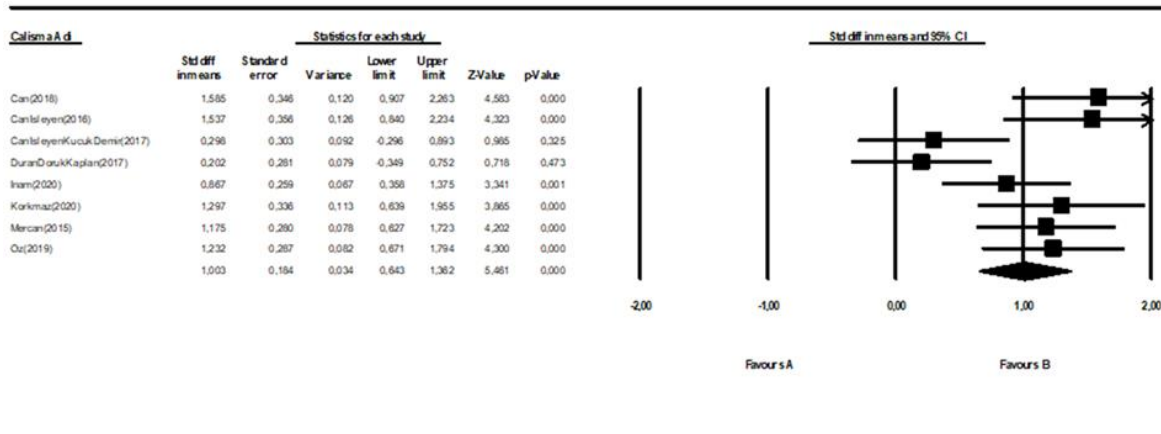
Tablo 2. Rastgele Etki Modeline Göre Çalışmaların Etki Büyüklüklerine Ait Bulgular

Ortalama Etki Büyüklüğü	Çalışma Sayısı	Standart Hata	Z	P	Etki Büyüklüğü İçin %95'lik Güven Aralığı	
					Alt Sınır	Üst Sınır
1,003	8	0,184	5,461	0,000	0,643	1,362

Tablo 2 incelendiğinde çalışmaların etki modeline göre 0,184 standart hata ve %95 güven aralığının alt sınırı 0,643 ve üst sınırı 1,362 olduğu tespit edilmiştir. Ortalama etki büyüklüğü değeri ise 1,003 olarak görülmektedir ($z=5,461$; $p=0,000$). Cohen vd.'ne (2007) göre ortalama etki büyüklüğü değeri yorumlandığında ATMÖ ile başarı arasında yüksek düzeyde bir ilişki olduğu (1,003) ve istatistiksel olarak ($p=0,000<0,05$) anlamlı olduğu söylenebilir.

Şekil 4'te ATMÖ'nün akademik başarıya etkisini inceleyen sekiz çalışmaya yönelik etki büyüklüklerinin rastgele etki modeline göre orman grafiği yer almaktadır.

Şekil 4 incelendiğinde çalışma isimlerinin bulunduğu sütunun yanındaki sütunda Hedges's g'ye göre hesaplanan sonuçlar, diğer sütunlarda ise her bir çalışmaya ait değerler ve etki büyüklüğü güven aralıklarının grafiği bulunmaktadır.

**Şekil 4.** Meta-Analize Dâhil Edilen Çalışmaların Etki Büyüklüklerine Ait Orman Grafiği

Araştırmaya dâhil edilen çalışmalara yönelik etki büyüklüklerine tek tek bakıldığında en yüksek etki büyüklüğü değerinin 1,585, en küçük etki büyüklüğü değerinin ise 0,202 olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanında çalışmaların tamamının pozitif etkiye sahip olduğu görülmektedir. Diğer bir deyişle çalışmaların tamamında ATMÖ'nün akademik başarıya etkisinin deney grubu lehine anlamlı bir etki büyüklüğüne sahip olduğu görülmektedir.

Moderatör Değişkenlerin Etki Büyüklüğü Değerlerine Ait Bulgular

Bu kısımda moderatör değişkenlerin etki büyüklüğü değerlerine yönelik bulgular ve bu bulguların sonuçları yer almaktadır. Moderatör değişkenler, araştırmacının çalışma sonuçlarına etki ettiği düşüncüğü ve bu etkinin büyüklüğünü tespit etmek amacıyla meta-analiz sürecinde kullandığı

bağımsız değişkenler olarak tanımlanmaktadır (Card, 2012). Bu araştırmada yayın türü, öğretim kademesi ve konu alanı olmak üzere üç moderatör değişken belirlenmiştir. Belirlenen moderatör değişkenlere göre etki büyüklüğü ve frekans istatistikleri Tablo 3'te yer almaktadır.

Tablo 3. Moderatör Değişkenlere Göre ATMÖ'nün Başarı Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi

Moderatör Değişken	Frekans (n)	Etki Büyüklüğü	Standart Hata	Etki Büyüklüğü İçin %95'lik Güven Aralığı		Q _b	P
				Alt Sınır	Üst Sınır		
<i>Yayın Türü</i>							
Dr Tez	4	1,174	0,149	0,881	1,466	1,615	0,446
Yl Tez	1	1,232	0,287	0,671	1,794		
Makale	3	0,655	0,401	-0,131	1,441		
<i>Öğrenim Kademesi</i>							
Ortaokul	2	0,543	0,317	-0,109	1,195	3,034	0,219
Lise	2	1,203	0,200	0,811	1,595		
Lisans	4	1,163	0,317	0,541	1,785		
<i>Konu Alanı</i>							
Cebir	1	1,175	0,280	0,627	1,723	0,393	0,822
Geometri	3	1,097	0,167	0,770	1,424		
Olasılık	4	0,884	0,377	0,145	1,623		

Çalışmalar yayın türüne göre sınıflandırıldığında, dört çalışma ile en fazla araştırmanın yapıldığı yayın türünün doktora tezi olduğu, bunu üç çalışma ile makalenin ve bir çalışma ile yüksek lisans tezinin izlediği saptanmıştır. ATMÖ'nün öğrencilerin başarıları üzerindeki etkilerinin yayın türüne göre etki büyüklükleri incelendiğinde en yüksek etki büyüklüğü 1,232 ile yüksek lisans tezinde, en düşük etki büyüklüğü de 0,655 ile makale türünde olduğu tespit edilmiştir. Çalışmaların yayın türlerine göre gruplar arası etki büyüklüklerine bakıldığında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür (Q_b=1,615; p=0,446>0,05). Diğer bir deyişle, yayın türünün doktora tezi, yüksek lisans tezi ya da makale olarak seçilmesinin ATMÖ'nün akademik başarı üzerindeki etki büyüklüğünü değiştirmediği belirlenmiştir.

Öğrenim kademelerine göre sınıflandırıldığında çalışmaların ortaokul kademesinden lisans kademesine kadar uzandığı görülmektedir. Çalışmalar arasında en fazla çalışmanın dört çalışma ile lisans öğrencileri ile yapıldığı görülmektedir. Ortaokul kademesinde iki ve lise kademesinde iki çalışma şeklinde eşit sayıda çalışma olduğu saptanmıştır. Öğrenim kademesine göre ATMÖ'nün öğrencilerin başarıları üzerindeki etki büyüklüklerine bakıldığında en yüksek etki büyüklüğünün 1,203 ile lise, en düşük etki büyüklüğünün ise 0,543 ile ortaokul kademesinde olduğu görülmüştür. Araştırmada incelenen çalışmaların öğrenim kademelerine yönelik gruplar arası etki büyüklükleri değerlendirildiğinde anlamlı bir farklılık olmadığı görülmektedir (Q_b=3,034; p=0,219>0,05). Bir başka ifadeyle, çalışmalarda öğrenim kademesinin ortaokul, lise veya lisans olarak seçilmesinin ATMÖ'nün akademik başarı üzerindeki etki büyüklüğünü değiştirmediği belirlenmiştir.

Son moderatör değişkeni olan matematik dersinin konusuna göre çalışmalar gruplandırıldığında dört çalışma ile en fazla araştırma yapılan konunun olasılık olduğu, bunu üç çalışma ile geometri ve bir çalışma ile cebir konusunun izlediği saptanmıştır. ATMÖ'nün öğrencilerin başarıları üzerindeki etkilerinin konu alanına göre etki büyüklüklerine bakıldığında en yüksek etki büyüklüğü (1,175) cebir, en düşük etki büyüklüğü de (0,884) olasılık konusunda olduğu görülmüştür. Araştırmada incelenen çalışmaların konu alanına göre oluşan gruplar arası etki büyüklüklerine bakıldığında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmektedir ($Q_b=0,393$; $p=0,822>0,05$). Bu durumda, konunun olasılık, geometri ya da cebir seçilmesinin ATMÖ'nün akademik başarı üzerindeki etki büyüklüğünü değiştirmediği belirlenmiştir.

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Matematik eğitimi alanında gerçekleştirilen çalışmaların incelenerek ATMÖ'nün öğrencilerin matematik başarıları üzerine etkisini ortaya koymayı amaçlayan bu araştırma, örneklemin Türkiye'den seçilmiş olduğu çalışmalarla sınırlıdır. Bu kapsamda araştırmada sekiz tane çalışma incelenmiştir.

Araştırmacılar tarafından meta-analiz sonuçlarını etkileyen başlıca faktörlerden olan yayım yanlılığı, sadece belirli bir sonuca odaklanılarak ya da dar bir taramayla elde edilen araştırmaların meta-analize dâhil edilmesiyle oluşmaktadır (Dinçer, 2021). Bazı çalışmalarda beklenen yönde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamaması sebebiyle araştırmacıların yayımlamak istememesi veya bilimsel dergilerde kabul edilmemesi gibi sebeplerle araştırmalara dâhil edilmemesi sonucunda yayım yanlılığı oluşabilmektedir (Makowski, Piroux ve Brun, 2019). Dolayısıyla bu araştırmada ortalama etki büyüklükleri hesaplanmadan önce meta-analizde yayım yanlılığının durumu analiz edilmiştir. Araştırmada yayım yanlılığının önlenmesi adına ilk olarak etki büyüklüğü küçük ya da büyük fark etmeksizin ulaşılabilen bütün çalışmalar araştırmaya dâhil edilmiştir. İkinci olarak sınırlı bir alanyazını incelemek yerine evrenin tamamı yani Türkiye'deki tüm çalışmalar incelenmiştir. Son olarak ise yayım yanlılığından kaçınmanın ilk yolu olan (Dinçer, 2021), dâhil etme ölçütleri araştırmacılar tarafından objektif bir şekilde değerlendirilmiştir. Yayım yanlılığının durumu *Rosenthal yöntemine ait güvenli N değeri, huni grafiği ve Egger'in doğrusal regresyon testi* ile değerlendirilmiştir. Yapılan üç farklı değerlendirme sonucunda araştırmada yayım yanlılığının olmadığı ve sonuçların güvenilir olduğu tespit edilmiştir.

Araştırmada ortalama etki büyüklüğü değeri 1,003 olarak tespit edilmiştir. Cohen vd.'ne (2007) göre etki büyüklüğünün mutlak değerinin 0,81 ve daha büyük bir değer olması ise güçlü bir etki olarak yorumlanmaktadır. Bulgular değerlendirildiğinde ATMÖ yönteminin matematik başarıları üzerinde yüksek düzeyde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı etkiye sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Alanyazın incelendiğinde Karakuş ve Yalçın'ın (2016) fen eğitiminde ATÖ'nün bilimsel süreç becerilerine ve akademik başarıya etkisini inceledikleri meta-analiz çalışmasında da benzer sonuca

ulaşıldığı görülmüştür. Bu bağlamda geleneksel öğretim yöntemine göre ATÖ destekli öğretimin öğrencilerin akademik başarılarını arttırmada oldukça etkili olduğu söylenebilir. Bu sonucun ortaya çıkmasında ATÖ'nün bilimsel tartışmalar yaparak öğrenme sürecine aktif olarak katılan ve öğrenciyi merkeze alan bir öğretim yaklaşımı olmasının etkisi olduğu düşünülmektedir. Matematiğin sebep-sonuç ilişkisine dayalı mantıklı sonuçlar bütünü olduğu düşünüldüğünde ATÖ yönteminin kullanıldığı matematik derslerinde "Nasıl, neden, niçin?" gibi sorular sorularak öğrenmenin sağlanması, öğrencilerin matematiksel düşüncelerini arttırabilir ve öğrenciler matematik konularını daha iyi kavrayabilirler (İnam, 2020). Öğrencilerin esnek ve sosyal ortamlarda bilimsel düşünme becerilerini kullanmalarına fırsat sağlayarak matematik öğrenmelerine fırsat veren bu yöntemin matematik derslerinde kullanılması öğrencilerin akademik olduğu kadar, sosyal gelişmelerini de desteklemektedir (Can, 2018). Bu anlamda ATMÖ'nün farklı sınıf, seviye ve konularda da uygulanmasının yararlı olacağı düşünülmektedir.

ATMÖ'nün öğrencilerin başarıları üzerindeki etkileri yayın türü ve öğretim kademesi, konu alanı şeklinde belirlenen moderatör değişkenlerine göre incelenmiş ve etki büyüklüklerine bakılmıştır. Çalışmalar yayın türüne göre incelendiğinde dört çalışmanın doktora tezi, üç çalışmanın makale, bir çalışmanın ise yüksek lisans tezi olduğu görülmüştür. Buna göre yapılan çalışmalarda en az yüksek lisans tez araştırması yapılmasına karşın etki büyüklüğü incelendiğinde en yüksek değere sahip olduğu göze çarpmaktadır. En düşük etki büyüklüğünün de makale türünde olduğu saptanmıştır. Bu bulgulardan lisansüstü tezlerin etki büyüklüklerinin makalelere göre daha büyük olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Benzer bir sonuç Cantürk-Günhan'ın (2016) çalışmasında da görülmektedir. Lisansüstü tezlerde daha düzenli ve daha büyük örneklemeler ile çalışıldığı için etki büyüklüklerinin daha yüksek olduğu söylenebilir. Yayın türlerine göre oluşan gruplar arası etki büyüklüklerine bakıldığında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür. Dolayısıyla yayın türünün doktora tezi, yüksek lisans tezi ya da makale olarak seçilmesi ATMÖ'nün akademik başarı üzerindeki etki büyüklüğünü değiştirmemektedir. Bu durumun nedeninin ATMÖ konusunda yapılan çalışmaların amacının yayın türüne göre değişmemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çalışmalar öğrenim kademesine göre incelendiğinde lisans öğrencileri ile dört, lise öğrencileri ile iki ve ortaokul öğrencileri ile iki çalışma bulunmaktadır. Ancak okul öncesi ve ilkökul düzeyinde bir çalışmaya rastlanmamıştır. ATMÖ yaklaşımının öğrencilere eleştirel düşünme, iletişim, bilimsel düşünme, kalıcı öğrenme ve tartışma odaklı düşünme becerileri kazandırma gibi avantajları (Balci ve Benzer, 2020) düşünüldüğünde okul öncesi ve ilkökul düzeyindeki öğrenciler ile çalışma sayısının arttırılması önemlidir. ATMÖ'nün öğrencilerin başarıları üzerindeki etkilerinin öğrenim kademesine göre etki büyüklüklerine bakıldığında, en düşük etki büyüklüğünün ortaokul, en yüksek etki büyüklüğünün ise lise kademesinde olduğu görülmüştür. Buna göre ATMÖ'nün üst öğrenim

kademelerinde daha güçlü bir etki büyüklüğüne sahip olduğu söylenebilir. Ayrıca incelenen çalışmaların öğrenim kademelerine göre oluşan gruplar arası etki büyüklüklerine bakıldığında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür. Bir başka ifadeyle, çalışmalarda öğrenim kademesinin ortaokul, lise veya lisans olarak seçilmesinin ATMÖ'nün akademik başarı üzerindeki etki büyüklüğünü değiştirmediği belirlenmiştir. Dolayısıyla ATMÖ'nün ortaokul kademesinden lisans kademesine her kademe için uygulanabilir olduğu söylenebilir. İlkokul düzeyinde ATMÖ konusunda çalışma bulunmadığı göz önüne alındığında, ilkokul öğrencileri ile çalışmaların yapılması alanyazındaki eksikliğin giderilmesi için oldukça önemlidir. Yapılan lisansüstü çalışmalardan yüksek lisans tezlerinin doktora tezlerine göre daha az sayıda olduğu fark edilmiştir ve dolayısıyla bu türde de daha fazla çalışma yapılması önerilmektedir.

Çalışmalar konu alanına göre incelendiğinde olasılık konusunda dört, geometri konusunda üç ve cebir konusunda bir çalışma bulunmaktadır. Olasılık konusunda daha çok çalışma olmasının sebebinin ATMÖ'de olasılık konusunun sorgulamaya ve iddiaların desteklenmesine uygun kazanımların yer almasından kaynaklandığı söylenebilir (Can, 2018). ATMÖ'nün öğrencilerin başarıları üzerindeki etkilerinin konu alanına göre etki büyüklüklerine bakıldığında en yüksek etki büyüklüğünün cebir, en düşük etki büyüklüğünün ise olasılık konusunda olduğu görülmüştür. Buna göre cebir konusunun daha güçlü bir etki büyüklüğüne sahip olduğu söylenebilir. Bu sonuç Pedemonte'nin (2008) cebir ve argümantasyon üzerine yaptığı çalışmasındaki sonuçlarla örtüşmektedir. İncelenen çalışmaların konu alanına göre oluşan gruplar arası etki büyüklüklerine bakıldığında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür. Dolayısıyla ATMÖ'de cebir, geometri veya olasılık konularından herhangi birinin seçilebileceği söylenebilir. Ayrıca araştırmada ATMÖ yönteminin kullanıldığı konuların sınırlı olduğu görülmektedir. Dolayısıyla yapılacak yeni araştırmalarda ATMÖ yönteminin veri işleme, ölçme, analiz gibi diğer konu alanlarıyla başarıya ilişkin uygulanabilirliği araştırılabilir.

Sonuç olarak ATMÖ'nün başarıya olan etkisinin incelendiği bu araştırmada, çalışmaların yayın türü, öğrenim kademesi ve konu alanı fark etmeksizin başarıyı anlamlı ve pozitif yönde etkilediği belirlenmiştir. Dolayısıyla ATMÖ yönteminin matematik öğretiminde etkin bir şekilde kullanılması önerilmektedir. Fakat çalışmalar incelendiğinde alanyazında ATMÖ yönteminin başarıya etkisinin incelendiği oldukça sınırlı sayıda çalışma olduğu tespit edilmiştir. İnam ve Güven'in (2019) argümantasyon yönteminin kullanıldığı çalışmaları incelediği meta-sentez çalışmasında da bu durumu destekler nitelikte çalışmaların büyük çoğunluğunun fen eğitimi alanında gerçekleştiği görülmektedir. Bu anlamda bu alandaki çalışmalarının sayısının artırılması ve ATMÖ'nün tutum, beceri gibi değişkenler üzerine etkisinin incelenmesine yönelik meta-analiz araştırmalarının yapılmasının alanyazına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Avcı, Ş. K., Çoklar, A. N. & İstanbullu, A. (2019). The effect of three dimensional virtual environments and augmented reality applications on the learning achievement: A meta-analysis study. *Education and Science*, 44(198), 149-182. <https://doi.org/10.15390/EB.2019.7969>
- Balcı, E. & Benzer, S. (2020). Lisansüstü öğrencilerin argümantasyon konusundaki görüşleri. *Online Science Education Journal*, 5(1), 9-20. <https://dergipark.org.tr/pub/ofed/issue/55027/635489> sayfasından erişilmiştir.
- Borenstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J. P. & Rothstein, H. R. (2013). *Meta-analize giriş* (S. Dinçer, Çev.). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Can, Ö. S. (2018). *Argümantasyon yaklaşımı ile olasılık öğretiminin öğretmen adaylarının başarılarına ve bilgilerinin kalıcılığına etkisi*. (Doktora Tezi). <https://tez.yok.gov.tr/> sayfasından erişilmiştir.
- Can, Ö. S. & İşleyen, T. (2016). Teaching probability to preservice teachers with argumentation based science learning approach. *Journal of Education and Practice*, 7(33), 109-116. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1122873> sayfasından erişilmiştir.
- Cantürk-Günhan, B. (2016). The effect of drama based learning applied in Turkey on success of mathematics: a meta-analysis study. *International Online Journal of Educational Sciences*, 8(2), 145-162. https://iojes.net/?mod=makale_tr_ozet&makale_id=40856# sayfasından erişilmiştir.
- Card, N. A. (2012). *Applied meta-analysis for social science research*. New York: The Guilford Press.
- Cleophas, T. J. & Zwinderman, A. H. (2017). *Modern meta-analysis: Review and update of methodologies*. Switzerland: Springer.
- Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2007). *Research methods in education* (6. b.). New York: Routledge.
- Conner, A., Singletary, L. M., Smith, R. C., Wagner, P. A. & Francisco, R. T. (2014). Teacher support for collective argumentation: A framework for examining how teachers support students' engagement in mathematical activities. *Educational Studies in Mathematics*, 86(3), 401-429. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10649-014-9532-8> sayfasından erişilmiştir.
- Cross, D. I. (2009). Creating optimal mathematics learning environments: Combining argumentation and writing to enhance achievement. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7(5), 905-930. <https://eric.ed.gov/?id=EJ855290> sayfasından erişilmiştir.
- Cumming, G. (2012). *Understanding the new statistics: Effect sizes, confidence intervals, and meta-analysis*. Routledge: Taylor & Francis Group.
- Deeks, J. J., Higgins, J. P. T. & Altman, D. G. (2008). Analysing data and undertaking meta-analyses. J. P. T. Higgins & S. Green (Ed.), *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions* içinde (s. 243-296). Sussex: John Wiley & Sons.

- Diñer, S. (2021). *Eğitim bilimlerinde uygulamalı meta-analiz*. Ankara: Pegem Akademi.
- Duran, M., Doruk, M. & Kaplan, A. (2017). Argümantasyon tabanlı olasılık öğretiminin ortaokul öğrencilerinin başarılarına ve kaygılarına etkililiğinin incelenmesi. *Eđitimde Kuram ve Uygulama*, 13(1), 55-87. <https://doi.org/10.17522/balikesirnef.437714>
- Erduran, S., Ardaç, D. & Güzel, B. Y. (2006). Learning to teach argumentation: Case studies of pre-service secondary science teachers. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 2(2), 1-13. <https://doi.org/10.12973/ejmste/75442>
- Field, A. P. (2003). The problems in using fixed-effects models of meta-analysis on real-world data. *Understanding Statistics*, 2(2), 105-124. https://doi.org/10.1207/S15328031US0202_02
- Field, A. P. & Gillett, R. (2010). How to do a meta-analysis. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 63(3), 665-694. <https://doi.org/10.1348/000711010X502733>
- Higgins J. P., Thompson S. G., Deeks J. J. & Altman D. G. (2003). Measuring inconsistency in meta-analyses. *BMJ*, 327(7414), 557-560. <https://doi.org/10.1136/bmj.327.7414.557>
- Höffler, T. N. & Leutner, D. (2007). Instructional animation versus static pictures: A meta-analysis. *Learning and Instruction*, 17(6), 722-738. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2007.09.013>
- İnam, A. (2020). *Argümantasyon temelli matematik öğretiminin 6. sınıf öğrencilerinin akademik başarı, tartışma istekliliği, bilgi transferi ve matematiksel süreç becerilerine yönelik öz yeterliğine etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi). <https://tez.yok.gov.tr/> sayfasından erişilmiştir.
- İnam, A. & Güven, S. (2019). Argümantasyon yönteminin kullanıldığı deneysel çalışmaların analizi: bir meta-sentez çalışması. *The Journal of International Lingual Social and Educational Sciences*, 5(1), 155-173. <https://doi.org/10.34137/jilses.584642>
- Karakuş, M. & Yalçın, O. (2016). Fen eğitiminde argümantasyon temelli öğrenmenin akademik başarıya ve bilimsel süreç becerilerine etkisi: Bir meta-analiz çalışması. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 16(4), 1-20. <https://doi.org/10.18037/ausbd.415534>
- Krummheuer, G. (1995). The ethnography of argumentation. P. Cobb & H. Bauersfeld (Ed.), *Emergence of mathematical meaning* içinde (s. 229-269). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Kuhn, D. & Udell, W. (2003). The development of argument skills. *Child Development*, 74(5), 1245-1260. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2007.09.013>
- Küçük-Demir, B. (2014). *Argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımının öğrencilerin matematik başarılarına ve yaratıcı düşünme becerilerine etkisi*. (Doktora Tezi). <https://tez.yok.gov.tr/> sayfasından erişilmiştir.
- Makowski, D., Piraux, F. & Brun, F. (2019). *From experimental network to meta-analysis: Methods and applications with R for agronomic and environmental sciences*. Dordrecht: Springer.

- MEB. (2018). *Matematik Dersi Öğretim Programı İlkokul ve Ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar*. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Mercan, E. (2015). *Fonksiyonlar konusunun öğretiminde argümantasyon tabanlı öğrenme yaklaşımının etkisinin farklı değişkenler açısından incelenmesi*. (Doktora Tezi). <https://tez.yok.gov.tr/> sayfasından erişilmiştir.
- Öz, M. (2019). *Üçgenler konusunda argümantasyon tabanlı öğrenme yaklaşımı üzerine deneysel bir çalışma*. (Yüksek Lisans Tezi). <https://tez.yok.gov.tr/> sayfasından erişilmiştir.
- Pedemonte, B. (2008). Argumentation and algebraic proof. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik-ZDM*, 40(3), 385-400. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11858-008-0085-0> sayfasından erişilmiştir.
- Rosenthal, R. (1979). The file drawer problem and tolerance for null results. *Psychological Bulletin*, 86(3), 638-641. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.86.3.638>
- Rosenthal, R. & DiMatteo, M. R. (2001). Meta analysis: Recent developments in quantitative methods for literature reviews. *Annual Review of Psychology*, 52, 59–82. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.52.1.59>
- Schweizer, D. M. (2002). *Heating up the science classroom through global warming: an investigation of the use of argument in earth system science education*. (Doktora Tezi). <https://www.proquest.com/docview/252168718?pq-origsite=gscholar&fromopenview=true> sayfasından erişilmiştir.
- Şen, S. & Yıldırım, İ. (2020). *CMA ile meta-analiz uygulamaları*. Ankara: Anı.
- Tekin-Dede, A. (2018). Matematik eğitimi alanındaki ortaklaşa argümantasyon çalışmalarının incelenmesi. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 9(3), 636-661. <https://doi.org/10.16949/turkbilmat.386722>
- Topuz, F. & Cantürk-Günhan, B. (2021). Sekizinci sınıf öğrencilerinin ortaklaşa argümantasyon süreçlerinin geogebra destekli etkinlik ile incelenmesi: geometrik cisimler örneği. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*(59), 368-389. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/maeuefd/issue/64363/858749> sayfasından erişilmiştir.
- Toulmin, S. (1958). *The uses of argument*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- TDK. (2019). *Argüman*. <https://sozluk.gov.tr/> sayfasından erişilmiştir.
- Üstün, U. & Eryılmaz, A. (2014). A research methodology to conduct effective research syntheses: Meta-analysis. *Education and Science*, 39(174), 1–32. <https://doi.org/10.15390/EB.2014.3379>

Yackel, E. & Cobb, P. (1996). Sociomathematical norms, argumentation, and autonomy in mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, 27(4), 458-477. <https://doi.org/10.2307/749877>

Extended Summary

In social environments where mathematical learning takes place, students should engage in mathematical discussions in order to improve their mathematical understanding, think critically, and express their ideas easily. During these discussions, effective mathematical inquiries are carried out and these inquiries allow students to explain, defend and justify their own ideas (Tekin-Dede, 2018). This process, in which skills such as inquiry and critical thinking are developed, points to Argumentation-Based Mathematics Teaching (ABMT).

When the studies in the field of mathematics in the literature are examined, it is stated that ABMT increases the mathematics achievement of the students (Can and İşleyen, 2016; Duran et al., 2017; Küçük-Demir, 2014; Mercan, 2015). It is very important to conduct meta-analysis studies in order to obtain more general results by combining the results obtained from different studies (Borenstein et al., 2013). When the literature was examined, no meta-analysis study in which ABMT was evaluated in terms of success was found. Therefore, there is a need for research in this area. In this context, it is aimed to reveal the effect of ABMT approach on the mathematics achievement of students in the research. The problem statement of the research has been determined as "What is the effect of ABMT approach on the mathematics achievement of students?". The results of the research are considered to be reference sources for new research and researchers who want to study in this field.

In this study, meta-analysis method was used to determine the effect of ABMT on the academic achievement of students. In order to collect the studies to be analyzed in the research, ERIC (Education Resources Information Center), CoHE National Thesis Center, Google Scholar and Ulakbim database, where the articles are archived, were scanned using the keywords "argümantasyon", "matematik", "geometri" in Turkish and "argumentation", "mathematics", "geometry" in English. The scanning process was carried out separately by the researchers from 22.10.2021 to 03.12.2021.

In the first scanning phase, before the criteria were included, 411 studies were reached in total, including 16 from CoHE National Thesis Center, 148 from Ulakbim, 225 from Google Scholar, and 22 from ERIC. The criteria determined for those studies to be included in the meta-analysis were determined as follows:

1. Being a study examining the effect of ABMT approach on mathematics achievement,
2. Being an experimental study with experiment-control groups (argumentation-based teaching to the experiment group and traditional teaching approach to the control group),

3. To have the necessary statistical measurements to calculate the effect size (sample size, arithmetic mean, standard deviation, p value, etc.),
4. Having a study sample in Turkey,
5. Having a master's thesis/dissertation or an article published in a peer-reviewed scientific journal.

With the inclusion of the specified criteria and the elimination of repetitive studies, a total of eight studies, including five postgraduate theses and three articles, were included in the research. The analysis of the data was carried out with the Comprehensive Meta-Analysis (CMA) program.

Publication bias, which is one of the main factors affecting the results of meta-analysis by researchers, occurs by focusing only on a specific result or by including studies obtained with a narrow scanning in the meta-analysis (Dinçer, 2021). In the research, the classic fail-safe N value of Rosenthal method, funnel chart and Egger's linear regression test methods were used to examine the publication bias. In the study, the safe N value of the Rosenthal method was found to be 3.46, and since it was $3.46 > 1$, it was determined that the studies included in the analysis had high contributions to the meta-analysis. When the funnel chart was examined, it was determined that the distribution in the inner part creates a nearly symmetrical image, so there is no publication bias. As a result of Egger's linear regression test, $p=0.17 > 0.05$ was found. This result shows that there is no publication bias as a result of the analysis made on the effect sizes of the studies examined and the results are reliable. Consequently, as a result of three different measurements, it was determined that there was no publication bias in the study and the results were reliable.

As a result of the homogeneity test performed in the research, the random effects method was chosen to calculate the effect size since the studies examined were heterogeneous. According to this model, the mean effect size value was calculated as 1.003 ($z=5.461$; $p=0.000$). According to Cohen et al. (2007), the absolute value of the effect size is 0.81 and larger, which is interpreted as a strong effect. In addition, $p=0.000 < 0.05$ shows that the results are statistically significant. As a consequence, when the findings were evaluated, it was revealed that the ABMT approach had a high level of positive effect on mathematics achievement and was statistically significant. Similar to this finding, in the meta-analysis study of Karakuş and Yalçın (2016) in which they examined the effect of ABT on academic achievement and scientific process skills in science education, it was concluded that it had a positive effect on academic achievement. In this context, it can be said that ABT supported teaching is quite effective in increasing the academic achievement of students compared to the traditional teaching method. It is considered that the emergence of this result is due to the fact that ABT is a teaching approach that enables the students to actively participate in the learning process by making scientific discussions and puts them in the center.

In this research, three moderator variables were determined, namely the subject of the course, the publication types and the educational level. It was seen that there was no significant difference between the effect sizes of the studies in terms of the publication types ($Q_b=1.615$; $p=0.446>0.05$), the educational level ($Q_b=3.034$; $p=0.219>0.05$) and the subject of the course ($Q_b=0.393$; $p=0.822>0.05$).

As a result, it was determined that the ABMT approach has a significant and positive effect on achievement, regardless of the publication types, the educational level and the subject of the course in this research of the studies. Therefore, it is recommended that the ABT approach be used effectively in mathematics teaching. In addition, it is considered that conducting meta-analysis studies to examine the effect of ABMT on variables such as attitude and skill will contribute to the literature.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı

Bu çalışmanın planlanması, yürütülmesi ve yazılı hale getirilmesinde araştırmacılar eşit oranda katkı sağlamıştır.

Destek ve Teşekkür Beyanı

Bu araştırmada herhangi bir kurum, kuruluş ya da kişiden destek alınmamıştır.

Çatışma Beyanı

Araştırmacıların araştırma ile ilgili diğer kişi ve kurumlarla herhangi bir kişisel ve finansal çıkar çatışması yoktur.

Etik Kurul Beyanı

Bu araştırma derleme türünde olduğu için etik kurul kararı gerektirmemektedir.

Araştırmacının Notu

Bu çalışmada dâhil edilen araştırmalara ilişkin ayrıntılı bilgiye ulaşmak isteyen okuyucular sorumlu yazar ile iletişime geçebilir.