

Fen Bilimleri Dersinde Uygulanan Çeşitli Öğretim Yöntemlerinin Öğrencilerin Bilimsel Süreç Becerilerine Etkisi: Bir Meta-Analiz Çalışması

Beyhan GÜMÜŞ¹, Eylem EROĞLU²

Öz: Bu çalışmada Meta-Analiz yöntemi kullanılarak Fen Bilimleri dersinde uygulanan çeşitli öğretim yöntemlerinin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine etkisinin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Literatür incelendikten sonra dâhil edilme kriterleri belirlenmiştir. 2005-2022 yılları arasında Fen Bilimleri dersinde uygulanan çeşitli uygulamaların öğrencilerin Bilimsel süreç becerilerine olan etkisini inceleyen çalışmalardan ulusal düzeyde yayımlanan lisansüstü tezler incelenmiştir. İlkokul 4.sınıf ile tüm ortaokul düzeyindeki çalışmalar analize dahil edilmiştir. 79 çalışmanın dâhil edildiği bu araştırmada yapılan analiz sonucunda Fen Bilimleri dersinde uygulanan çeşitli öğretim yöntemlerinin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine etkisine ilişkin yapılan çalışmaların genel etki büyüklüğü 0,972 olarak bulunmuştur. Bu değerler Cohen kriterlerine göre oldukça güçlü bir etki büyüklüğüdür ve Fen Bilimleri dersinde uygulanan çeşitli öğretim yöntemlerinin, fen eğitiminde geleneksel öğrenme yaklaşımlarına göre daha etkili olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte elde edilen bulgular, analize dâhil edilen çalışmalar arasında bir yayın yanlılığı olmadığını göstermektedir.

Anahtar Sözcükler: Bilimsel Süreç Becerileri, Meta Analiz, Fen Bilimleri

The Effect of Various Teaching Methods in Science Class on Students' Science Process Skills: A Meta-Analysis Study

Abstract: In this study, it was aimed to reveal the effects of various teaching methods in science classes on students' science process skills by using the Meta-Analysis method. After reviewing the literature, inclusion criteria were determined. Among the studies examining the effects of various practices carried out in the science classes between 2005 and 2022 on the science process skills of students, nationally published postgraduate theses were examined. Studies in which the participants were between 4th grade to 8th grade were included in the analysis. As a result of the analysis made in this research, which included 79 studies, the overall effect size of the studies on the effect of various teaching methods in science class on students' science process skills was found to be 0.972. This value is a very strong effect size according to the Cohen criteria and shows that various teaching methods applied in science classes are more effective than traditional learning approaches in science education. However, the findings showed that there was no publication bias among the studies included in the analysis.

Keywords: Science Process Skills, Meta-Analysis, Science Teaching

Geliş Tarihi: 02.04.2023

Kabul Tarihi: 19.07.2023

Makale Türü: Araştırma Makalesi

¹ Millî Eğitim Bakanlığı, Hikmet Uluğbay Ortaokulu, Kocaeli, Türkiye, beyhanbesli@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1196-8335>

² Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Bolu, Türkiye, edogan@ibu.edu.tr, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1487-1264>

Atf için/ To cite:

Gümüş, B., & Eroğlu, E. (2023). Fen bilimleri dersinde uygulanan çeşitli öğretim yöntemlerinin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine etkisi: Bir meta-analiz çalışması. *Yaşadıkça Eğitim*, 37(3), 828-843. <https://doi.org/10.33308/26674874.2023373611>

Bilimsel bir bilgiye ulaşmak için bilim insanlarının izlediği birçok yol bulunmaktadır. Bu süreci tekrarlamak isteyen bireylerin bilimsel süreç becerileri olarak adlandırılan birtakım kazanımlara sahip olması gerektiği düşünülmektedir. Sınıf içinde de öğrencilerin bilimsel araştırma yapma sürecine dahil olabilmeleri için, bu beceriler bakımından yeterli donanıma sahip olmaları gerekmektedir. Öğrencilere öğretilecek bilimsel becerilerin bilim insanlarının araştırırken kullandıkları becerilerle benzer olması gerektiği düşünülmelidir (Gagne, 1985). Doğanın varoluşunu anlamak için çocukların erken yaşta bilimsel süreç becerilerini kullanmaları oldukça önemlidir. Bilimsel süreç becerileri öğrencileri ezberden öteye geçirerek bilgiye ulaştırır. Kaptan (1999) bilimsel süreç becerilerini ezberden çok kavrayarak öğrenme, problem çözebilme kabiliyeti olarak ifade etmiştir. Bir başka tanımda ise bilimsel süreç becerileri, bilimsel yöntemle bilgiye ulaşma ve üretme olarak tanımlanmaktadır (Arslan & Tertemiz, 2004). Genel olarak tanımlanan ifadelerle bakıldığında bilimsel süreç becerileri için bilimsel bilgiye doğrudan ulaşma süreci denilebilir. Problem çözme aşaması, bilimsel süreç becerilerinin kazanımını gerektirir. Watts (1991) problem çözme yönteminin uygulanabilmesi için öğrencilerde bulunması gereken bazı yeterliliklerden bahsetmiştir. Bu yeterlilikler; keşif, hayal, gözlem, sayısal, pratik, iletişim ve sosyal yeterlilikler olarak sıralanabilir. Problemin belli başlı niteliklerinin görülüp, ayırt edilerek tanımlanması ve çözüm yolları üretilmesi ve bulunan çözümün doğrulanarak sonuç çıkarılması keşif yeterliliği olarak tanımlanmaktadır. Kendini başka yer, zaman ve rolde görerek deneyimlerle hayallerini yeniden düzenleme hayal yeterliliği; el becerileri ile araç kullanma becerisi ise pratik yeterlilik olarak karşımıza çıkmaktadır. Varlıkların renk, şekil, büyüklük gibi niteliklerini gözlemleyerek duyarlı bir şekilde doğrudan gözlenmesi, elde edilen verilerin kaydedilerek sınıflama ve sıralama yapılması, yorumlanması, incelenip düzenlenmesi, bilgi bulma, toplama, sınıflama ve yorumlayarak kanıtları değerlendirme ve ayrıca zamanı etkili bir şekilde kullanma ise gözlem yeterliliği olarak tanımlanmaktadır. Tahmin etme, ölçme ve sayısal işlemleri yapma, sayısal ilişkileri ve şekillerle yapıları kavrama becerileri sayısal yeterlilikler, sözlü ifade, yazılı metin, grafik ve diğer sembolik ifadelerin doğru bir şekilde anlaşılması ve bu yolla etkili bir şekilde düşündüğünü açıklama ise iletişim yeterlilikleri arasında bulunmaktadır. Son olarak sosyal yeterlilikler başkaları ile iletişim kurma, ortak çalışma, fikirlerini farklı yollarla ifade etme, diğer kişilerin görüşlerini önemseme ve sözel olmayan iletişim becerilerini tanıma ile karakterize edilmektedir.

Bilimsel süreç becerileri farklı araştırmacılar tarafından tanımlanmıştır. Taşar ve diğerleri (2002) tarafından; fen öğrenmeyi kolaylaştıran, aktif öğrenci ortamı sağlayan, araştırma yol ve yöntemleri kazandıran, sorumluluk alma duygusunu geliştiren ve öğrenmenin kalıcılığını arttıran beceriler olarak tanımlanmışlardır. Duran'a (2008) göre bilim insanlarının bilgiye ulaşmak ve işlemek için izledikleri yöntemlere bilimsel süreç becerileri denir. Martin'e (2003) göre, verilerden çıkarımda bulunma, model oluşturma, gözlem yapma, ölçme, iletişim kurma, denence kurma ve test etme, sınıflandırma, tahmin etme, değişkenleri belirleme ve kontrol etme, işe vuruk tanımlama yapma ve deney yapma bilimsel süreç becerilerinin alt becerileri olarak ifade edilmiştir. Aydoğdu ve diğerlerinin (2012) yapmış oldukları tanımlamaya göre bilimsel süreç becerileri; gözlem ve sınıflama yapma, iletişim kurma, ölçme, uzay-zaman ilişkilerini belirleme, sayıları kullanma, tahmin yapma, çıkarımda bulunma, problemi ve değişkenleri belirleme, bunları kontrol etme, hipotez kurma, verileri yorumlama, deney yapma ve işlevsel tanımlama gibi beceriler olarak sıralanmıştır. Yapılan araştırmalar sonucunda bilim insanlarının hangi alanda olursa olsun izledikleri yollar ve seçtikleri yöntemler benzer niteliktedir. Bir başka tanımla ve de özetle öğrenmeyi kolaylaştıran, araştırma ve sorgulamayı öğreten, öğrencilerin sınıfta aktif olmasını sağlayan ve kalıcı öğrenmeyi gerçekleştiren becerilere bilimsel süreç becerileri denilmektedir. Bilimsel süreç becerileri, bilimsel düşünebilmenin ve araştırma yapabilmenin temelini oluşturmaktadır (Karşı ve diğerleri, 2009). 2004 Yılı Fen Öğretim Programı'nda bilimsel süreç becerileri fen okuryazarlığının boyutları arasında yer almıştır. Bilimsel süreç becerileri yaşadığımız dünya ile ilgili bilgi üretmek ve düzenlemek için sahip olduğumuz en önemli araçlar arasında yer almaktadır (Ostlund, 1992).

Amerikan Fen Eğitimi Geliştirme Komisyonu (AAAS) bilimde bir süreç yaklaşımında; bilimsel süreç becerilerini "temel bilimsel süreç becerileri" ve "bütünleştirilmiş bilimsel süreç becerileri" olarak iki başlıkta ele almışlar ve bunları maddeler halinde ifade etmişlerdir. AAAS (1990) tarafından belirlenen temel süreç

becerileri ilkökul dördüncü sınıfa kadar yer alırken ortaokul seviyesinde bütünleştirilmiş süreç becerileri kullanımı uygun görülmüştür.

<u>Temel bilimsel süreç becerileri</u>	<u>Bütünleştirilmiş bilimsel süreç becerileri</u>
• Değişkenleri kontrol etme	• Gözlem yapma
• Hipotez kurma	• Sınıflama
• Operasyonel (işe vuruk) tanımlama	• İletişim
• Verileri kaydetme	• Ölçme
• Verileri yorumlama	• Sayıları kullanma
• Verileri işleme ve model oluşturma	• Uzak ve zaman ilişkilerini kullanma
• Deney yapma	• Çıkarım yapma
	• Tahminde bulunma

Temel bilimsel süreç becerileri en basit temel becerilerdir. Bütünleştirilmiş bilimsel süreç becerileri ise temel bilimsel süreç becerilerine göre daha üst düzey becerileri kapsamaktadır (Bağcı ve diğerleri, 2008). İlköğretim dördüncü sınıf kademesinde daha çok temel bilimsel süreç becerileri kullanılırken ortaokul kademelerinde temel bilimsel süreç becerilerinin yanında bütünleştirilmiş bilimsel süreç becerilerinin öğretilmesi, kazanımlarla daha çok örtüşmektedir (Çepni & Çil, 2013). Bu durum öğrencilerin gelişimsel süreçleri ile bağlantılı olup, bütünleştirilmiş süreç becerileri olarak soyut kavramların anlamlandırılması ile ilgilidir. Bilimsel süreç becerileri bilgi toplamada, problem çözümlemede ve sonuçları formüle etmede bilim insanlarının sahip oldukları becerilerdir. Bilimsel süreç becerilerine sahip öğrenciler bilimsel bir çalışmanın nasıl ilerlediğini öğrenir ve problemleri bilimsel yöntem kullanarak çözebilir. Bu ifadeyle, BSB kazanımları fen bilimleri öğretiminin kilit taşı olarak görülmektedir. Fen eğitimi ile bilimsel süreç becerilerinin kazandırılmasının asıl amacı öğrencilerin mantıklı düşünme, soru sorma, sorgulama yapma, sorulara cevap verme ve problemlere çözüm üretme becerilerinin geliştirilmesidir (Germann, 1994). Bu amaçla çalışmada özellikle yapılandırmacı yaklaşımı benimsemiş öğretim modellerini uygulayarak işlenen dersin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine olan etkisinin genel etki büyüklüğü hesaplanmaya çalışılarak daha bütüncül bir değerlendirme yapılmıştır.

Yöntem

Bu bölümde; araştırmanın modeli, verilerin toplanması, kodlama yöntemi, meta analizinin işlem basamakları ve verilerin analizinde kullanılan istatistiksel teknikler yer almaktadır.

Araştırmanın Modeli

Bu çalışmada Fen Bilimleri dersinde uygulanan çeşitli öğretim yöntemlerinin öğrencilerin Bilimsel süreç becerilerine etkisinin olup olmadığını belirlemek amacıyla meta analiz yöntemi kullanılmıştır. Meta analiz yöntemi; belli bir alanda bireysel olarak yapılmış benzer çalışmaların sonuçlarını birleştirmek ve yeniden yorumlamak amacıyla kullanılan bir literatür tarama yöntemidir (Hunter & Schmidt, 1990). Pek çok literatür tarama yöntemi bulunmasına karşın meta analiz yöntemini diğer literatür tarama yöntemlerinden ayıran en önemli fark, bu yöntemin istatistikler tekniklere ve sayısal verilere dayalı olmasıdır. Özellikle toplumsal psikolojinin pek çok alanında artarak kullanılmaya başlayan meta analiz yöntemi, toplumsal politikaların anlaşılmasında çok önemli bir role sahiptir (Durlak & Lipsey, 1991). Meta analiz yönteminin pek çok türü olmasıyla birlikte bu çalışmada “Çalışma Etkisi Meta Analizi” kullanılmıştır.

Meta Analiz

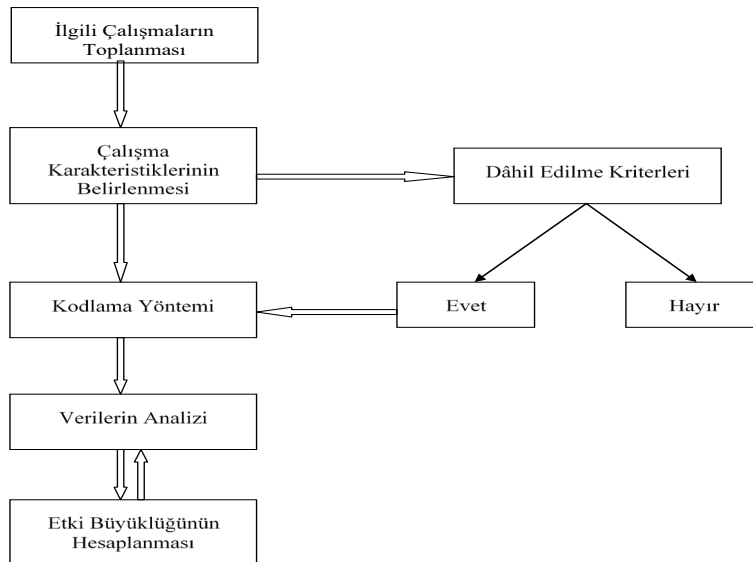
Meta analiz, bir konudaki en son durumu belirlemek için o konuyla ilgili belirli ölçütlere göre belirlenmiş birincil araştırmaların sonuçlarını nicel olarak bütünleştirmeyi amaçlayan bir araştırma metodolojisidir (Sánchez-Meca ve diğerleri, 2010). Meta analizi, sadece istatistiksel bir teknik olarak değil, birincil araştırma çalışmalarına benzer adımları uygulayarak yapılan sistematik araştırma sentezini yürütmek için kullanılan bir metodoloji olarak tanımlayan Rosenthal ve DiMatteo’nun (2001) önerdiği Meta-analiz yapmanın temel adımları şu şekilde açıklanabilir.

- İlgili bağımsız ve bağımlı değişkenleri tanımlanır.

- Çalışmaları sistematik bir şekilde toplanır, seçilir ve dikkatlice okunur.
- Elde edilen etki büyüklükleri arasındaki heterojenliği grafikler ve çizelgeler veya kikare testi ile araştırılır.
- Anlamlılık, diğer anlamlılık testleri gibi örneklem büyüklüğüne bağlı olduğundan dikkatle yorumlanır (Örneklem, meta-analize dahil edilen çalışma sayısıdır).
- İlgili düzenleyici değişkenlerin etki büyüklükleri arasındaki değişkenlik üzerindeki etkisi araştırılmalıdır.
- Ağırlıklı ortalamalar gibi merkezi eğilim ölçülerini kullanarak birincil çalışmalardan elde edilen etki büyüklüklerini birleştirilir.
- Merkezi eğilim indekslerinin önem düzeyini incelenir.
- Elde edilen ortalama etki büyüklüğünün önemini değerlendirilir.

Meta Analiz Yönteminin İşlem Basamakları

Meta analiz yöntemi aslında temel araştırma yöntemiyle aynı basamakları izler. Bu yöntemde de ilk olarak çalışmanın amacı belirlenir. Daha sonra çeşitli alanlardaki pratik veya teorik sorularla çalışmanın iskeleti oluşturulur. Ardından literatür taraması ile araştırmacı tarafından oluşturulan dâhil edilme kriterlerine uygun çalışmaların seçimi yapılır. Bu yöntem çok sayıda çalışmanın bulunduğu araştırmalar için uygundur. Bir sonraki adımda veriler toplanmaya başlanır. Çalışma özellikleri, objektif olarak kodlanır ve geçerliliği kontrol edilir. Daha sonra çalışma sonuçlarının karşılaştırılabilir hale gelmesi için genel bir ölçü birimine dönüştürülür. Eğitim araştırmalarında deney ve kontrol grubu arasındaki farkı ortaya çıkartmak için kullanılan tipik ölçü birimi standartlaştırılmış etki büyüklüğüdür. Daha sonra ise çalışma karakteristikleri ve bulgular arasındaki ilişkiyi ölçmek amacıyla istatistiksel yöntemler kullanılır (Bangert-Drowns & Rudner, 1991). Armağan (2011), çalışmasında meta analiz için işlem basamaklarını şu şekilde özetlemiştir;



Şekil 1. Meta analiz aşamaları. (Armağan, F. Ö. (2011))

Etki Büyüklüğü

Çalışmaları nicel olarak birleştirmek için, çalışmalarda karşılaştırılabilir olan ölçümlerin alınması gerekmektedir. Bu tür karşılaştırılabilir ölçümleri almaya yönelik girişimler, etki büyüklükleri olarak adlandırılan bir grup indeks vermiştir (Littell ve diğerleri, 2008). Etki büyüklüğünü meta analiz yönteminde kullanmak ilk olarak Glass (1976) tarafından önerilmiştir (Hedges & Olkin, 1985). Etki büyüklüğü evrende ortaya çıkan ya da bulunan sonucun büyüklüğünü ifade eder ve bu istatistik müdahale etkisinin büyüklüğünü ya da iki değişken arasındaki ilişkinin gücünü yansıtmak için kullanılmaktadır (Borenstein ve diğerleri, 2009)

Meta analiz çalışmalarında istatistiksel modeller kullanılarak yapılan analizler sonucunda elde edilen etki büyüklükleri yorumlanırken, bulunan sonuçların hangi düzeyde olduğunu yorumlamada bazı sınıflandırmalar kullanılmaktadır. Alan yazında birden fazla sınıflandırma bulunmaktadır. Bunlar içerisinde en çok kullanılanları Cohen ve diğerleri (2007) ile Thalheimer ve Cook (2002) sınıflandırmalarıdır.

Cohen ve diğerlerine göre, etki büyüklüğü sınıflandırması aşağıdaki gibidir (2007):

- $0 \leq \text{Etki büyüklüğü değeri} \leq 0.20$: etki düzeyi önemsiz (poor),
- $0.21 \leq \text{Etki büyüklüğü değeri} \leq 0.50$: etki düzeyi düşük (modest),
- $0.51 \leq \text{Etki büyüklüğü değeri} \leq 1.00$: etki düzeyi orta (moderate),
- $1.01 \leq \text{Etki büyüklüğü değeri}$: etki düzeyi güçlü (strong) anlamına gelmektedir.

Thalheimer ve Cook (2002) sınıflandırması ise şöyledir:

- Etki büyüklüğü değeri < 0.15 : etki düzeyi önemsiz (negligible),
- $0.15 \leq \text{Etki büyüklüğü değeri} < 0.40$: etki düzeyi düşük (small),
- $0.40 \leq \text{Etki büyüklüğü değeri} < 0.75$: etki düzeyi orta (medium),
- $0.75 \leq \text{Etki büyüklüğü değeri} < 1.10$: etki düzeyi geniş (large),
- $1.10 \leq \text{Etki büyüklüğü değeri} < 1.45$: etki düzeyi çok geniş (very large),
- $1.45 \leq \text{Etki büyüklüğü}$: etki düzeyi muazzam (huge) olarak yorumlanmaktadır.

İlgili Çalışmaların Toplanması

Araştırmada Fen Bilimleri dersinde uygulanan çeşitli öğretim yöntemlerinin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine olan etkisiyle ilgili, 2000-2022 yılları arasında gerçekleştirilen, deneysel ya da yarı deneysel çalışmalara ulaşabilmek amacıyla 16.12.2021 ile 31.06.2022 tarihleri arasında literatür taraması yapılmıştır. Fen Bilimlerinde bilimsel süreç becerilerinin etkisinin araştırıldığı çalışmaların 2000 yılından itibaren başlaması sebebiyle çalışmaların tarama aralığı için başlangıç yılı olarak kabul edilmiştir.

Bu amaçla internet ortamında; yurtdışında yapılan yüksek lisans ve doktora tezlerine ulaşabilmek için YÖK Ulusal Tez Merkezi veri tabanında “Fen bilimlerinde Bilimsel süreç becerileri”, “Bilimsel süreç becerileri” anahtar kelimeleri taranmıştır.

Dâhil Edilme Ölçütleri

Araştırma kapsamına alınacak çalışmalar için belirlenen dâhil edilme ölçütleri şunlardır:

- Çalışmanın 2000-2022 tarihleri arasında yayımlanmış olması. (Fen bilimlerinde BSB çalışmaları 2000 yılından sonra yayımlanmaya başlamıştır.)
- Çalışmanın yüksek lisans tezi, doktora tezi olması.
- Fen Bilimleri dersinde uygulanan çeşitli öğretim yöntemlerin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine olan etkisini inceleyen çalışmalar olması,
- Öntest-sontest kontrol gruplu modeli kullanan deneysel ya da yarı deneysel çalışmalar olması.
- Deney gurubuna yapılandırmacı yaklaşıma uygun çeşitli öğretim yöntemleri, kontrol grubuna ise mevcut öğretim programına göre hazırlanan öğretim yöntemlerinin uygulanmış olması.
- Çalışmanın Türkçe ya da İngilizce dillerinden birinde yazılmış olması.
- Çalışmanın örnekleminin 4,5,6,7 ve 8.sınıf öğrencilerinden seçilmiş olması.
- Etki büyüklüğünü hesaplamayı sağlayacak deney ve kontrol grubuna ait örneklem büyüklüğü, aritmetik ortalama ve standart sapma değerlerini içeren çalışmalar olması.

Hariç Tutulma Ölçütleri

Araştırma kapsamına alınacak çalışmalar için belirlenen hariç tutma ölçütleri şunlardır:

- 2000 yılından önce veya 2022 yılından sonra yayımlanan çalışmalar,
- Fen Bilimleri dersinde uygulanan çeşitli öğretim yöntemlerin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine olan etkisini inceleyen çalışmalar dışında diğer çalışmalar,
- Deneysel ya da yarı deneysel desende tasarlanmayan, öntest-sontest uygulanmayan ya da kontrol grubu bulunmayan çalışmalar,
- Kontrol grubunda geleneksel öğrenme yöntemi dışındaki yaklaşım ve yöntemlerin uygulandığı çalışmalar,
- Türkçe ya da İngilizce dışındaki başka bir dilde yazılan çalışmalar,
- Okul öncesi, ilköğretim, lise ve üniversite kademeleri ile yetişkin eğitimi kapsamında gerçekleştirilen çalışmalar,
- Deney grubunda aktif öğrenmenin başka yöntem ve yaklaşımlarla desteklendiği çalışmalar,
- Etki büyüklüğü değerini hesaplamayı sağlayacak istatistiksel verileri ya da ham puanları içermeyen çalışmalar, meta-analiz kapsamına alınmamıştır.

Kodlama Yöntemi

Araştırmaların özelliklerini ortaya koyan tanımlayıcı bilgileri bir sistematik dâhilinde toplanmalı ve sayısal verilere dönüştürmek için kodlamalar sağlanmalıdır. Kodlama için belirli standart bir yol bulunmamakla beraber, araştırmadaki bütün kategorik bulguları içerebilecek, araştırmalar arasında çeşitlilik gösteren açıklamaları ifade etmeye imkân verecek bir kodlama sisteminin oluşturulması oldukça önemlidir. Bu çalışmada, meta-analize dâhil edilen bütün çalışmaların öğelerinin kategorik değişkenlere dönüştürülebilmesi açısından, çalışmalara ait gerekli görülen kapsamı içeren bir kodlama modeli geliştirilmiştir.

Verilerin Analizi

Çalışmanın analizi iki başlık altında yapılmıştır. İlk olarak betimsel istatistikler yapılmış olup rapor edilmiştir. Ardından meta analiz yöntemi kullanılarak veriler analiz edilmiştir. Analiz yapılırken aynı ölçekten elde edilemeyen aritmetik ortalamaların olduğu durumlarda kullanılan işlem etkililiği tekniği kullanılmıştır. Bu teknik Glass (1977) tarafından geliştirilmiş olup psikoloji, sosyal bilimler ve eğitim bilimlerinde daha çok kullanılmaktadır. Bunun amacı deneysel çalışmalarda deney ve kontrol grupları ortalamaları arasındaki farkı ortaya koymaktır (Hunter & Schmidt, 1990). İşlem etkisi meta analizi, “d”, “g” veya “ES” sembolleriyle ifade edilen standartlaştırılmış etki büyüklüğünü kullanır. Etki büyüklüğü deney grubu ile kontrol grubu ortalamaları arasındaki farkın toplam standart sapmaya bölünmesi sonucu bulunur. Verilerin analizinde Comprehensive Meta Analysis (CMA) programı kullanılmıştır. CMA programında standart sapma, ortalama ve örneklem büyüklüklerinin veri olarak girildiği format seçilerek analizler yapılmıştır. Analizlerin anlamlılık seviyesi .05 olarak belirlenmiştir. Öncelikle meta analize dahil edilme ölçütlerine uyan bireysel çalışmaların etki büyüklükleri hesaplanmıştır. Etki büyüklüklerinin hesaplanmasında hedges’s g katsayısı kullanılmıştır. Daha sonra uygulanacak modeli belirlemek üzere heterojenlik testi yapılmıştır. Hem p değerinin anlamlı olması hem de Q değerinin X² kritik tablo karşılaştırmasında df değerinin denk geldiği aralıkta daha büyük olması neticesinde çalışmanın heterojen olduğu sonucuna varılarak heterojen çalışmalarda kullanılan rastgele etkiler modeli seçilmiştir. Rastgele etkiler modeline göre genel etki büyüklüğü hesaplanmıştır. Yapılan bu işlemlerden sonra analiz büyük ölçüde tamamlanmıştır. Bir sonraki işlem gerekli grafik ve tabloların hazırlanması sürecidir. Meta analiz yönteminde yayın yanlılığı testi farklı istatistikî yöntemler ile yapılmaktadır. Yayın yanlılığında ilk olarak huni grafiği değerlendirilmesi yapılır. Huni grafiği yorumlaması oldukça öznel bir işlem olduğu için yayın yanlılığı istatistiklerine de ayrıca ihtiyaç duyulmaktadır. Bunlardan biri Rosenthal’ın Korumalı N’i istatistigidir.

Burada Classic fail-safe N istatistiğinde p değerinin alfa değerinden büyük olması için yani anlamlılığın ortadan kaldırılması için etki değeri sıfır olan kaç tane çalışmanın analize dahil edilmesi gerektiğini ifade eder. Buna ayrıca hata koruma sayısı da denilmektedir. Ayrıca Orwin's fail-safe N istatistiği ortalama etki büyüklüğüne bakılarak bu etkiyi sıfır noktasına getirmek için gerekli olan çalışmaların sayısını hesaplar (Orwin, 1983). Yani Rosenthal için kritik değer p değeri iken, Orwin için etki büyüklüğüdür (Dinçer, 2021).

Bulgular

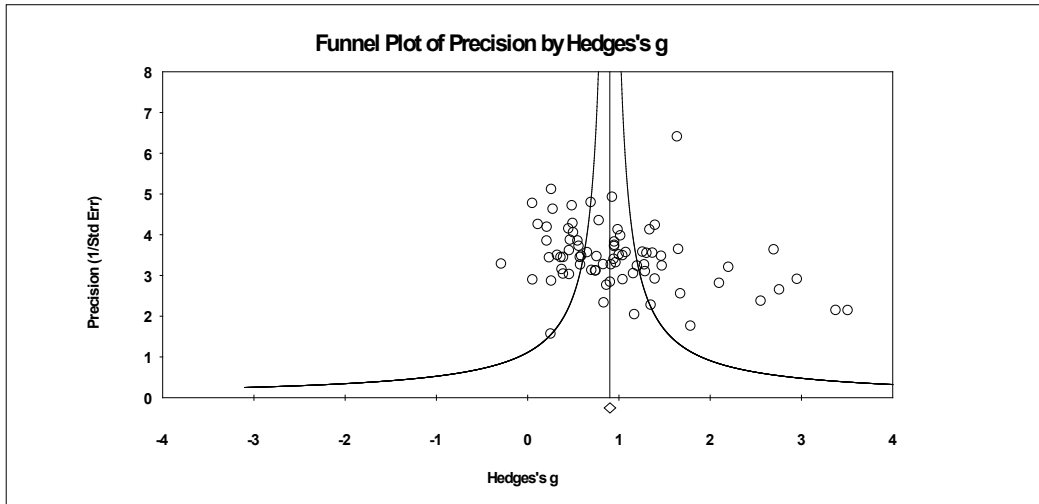
Bu bölümde literatür taraması sonucunda araştırmaya dahil edilen çalışmalara ait betimsel istatistikler ve meta analiz yöntemi ile elde edilen bireysel ve birleştirilmiş etki büyüklüklerine ilişkin bulgulara yer verilmiştir. Yapılan meta analiz çalışmasındaki temel amaç, Fen Bilimleri dersinde gerçekleştirilen çeşitli öğretim yöntemlerinin öğrencilerin Bilimsel süreç becerilerine olan etkisinin genel etki büyüklüğünü hesaplamaktır. Bu bağlamda dahil edilme kriterlerine uyan çalışmalar analiz edilmiş olup bu analizlere ilişkin bulgulara yer verilerek yorumlanmıştır.

Yapılan literatür taraması sonucunda 2000-2022 yılları arasında fen eğitiminde gerçekleştirilen çeşitli öğretim uygulamalarının öğrencilerin Bilimsel süreç becerilerine olan etkisinin incelendiği 79 çalışmaya ulaşılmıştır. Yıllara göre çalışma sayılarına bakıldığında en fazla çalışmanın 23 çalışma ile 2019 yılında, en az çalışmanın ise bir çalışma ile 2005, 2006 ve 2014 yıllarında yapıldığı görülmektedir.

Yayın türüne göre çalışma sayıları ise 60 çalışma ile en fazla yüksek lisans tezi türünde iken 19 çalışma ise Doktora tezi türü çalışmalardır. Sınıf düzeyi bakımından çalışma sayısı en fazla 31 çalışma ile 7.sınıf, 21 çalışma ile 6.sınıf, 11 çalışma ile 5.sınıf, dokuz çalışma ile 4.sınıf ve en az yedi çalışma sayısı ile de 8.sınıf düzeyindedir.

Etki Büyüklüklerine İlişkin Bulgular

Çeşitli öğretim yöntemleriyle gerçekleştirilen Fen Bilimleri dersinin öğrencilerin Bilimsel süreç becerilerine olan etkisinin incelenmesine ilişkin yapılan ve meta analiz çalışmasında dâhil edilme kriterlerine uyan 79 çalışmadan elde edilen verilerin bireysel ve genel etki büyüklükleri hesaplanmıştır.



Şekil 2. Meta-analize dahil edilen çalışmaların Hedges's g değerine göre etki büyüklüklerinin dağılım huni grafiği

Genel etki büyüklüğünü belirlemeden önce çalışmaların bireysel etki büyüklükleri hesaplanmalıdır çünkü kullanılacak olan modelin seçimi bu basamakta belirlenmektedir. Bu bağlamda Şekil 2'deki bireysel etki büyüklüğü huni grafiğinin yorumlanması gerekmektedir. Huni grafiği incelendiğinde bireysel çalışmalar daire, genel etki düzeyi ise elmas şeklinde gösterilmektedir. Grafikte bireysel çalışmaların eğim çizgileri arasında olması beklenmektedir. Ancak görüldüğü üzere bazı çalışmaların eğim çizgilerinin dışında olduğu görülmektedir. Bireysel çalışmaların bazılarının eğim çizgisi dışında yer alması, çalışmanın heterojen bir yapıda olduğu yorumunu vermektedir. Ancak bu yorum tek başına yeterli değildir. Dolayısıyla heterojenlik

durumunu objektif bir şekilde yorumlayabilmek için Q ve p değerlerine bakmak gerekmektedir (Şen & Yıldırım, 2020).

Tablo 1. Meta-Analize Dahil Edilen Çalışmaların Heterojenlik Bulguları

Heterogeneity			Tau-squared				
Q-value	df (Q)	P-value	I-squared	Tau Squared	Standard Error	Variance	Tau
412,349	78	.000	81,327	.349	.074	.005	.590

Tablo 1 incelendiğinde yapılan heterojenlik testi neticesinde Q değeri 412,349 olarak hesaplanmıştır. Bu değer χ^2 tablosunda 78 serbestlik derecesinin %95 anlamlılık düzeyinde kritik değerinin 69,334-79,334 arasında olduğu tespit edilmiştir. Buna göre Q değerinin χ^2 tablosundaki kritik değer aralığından (df=78 için $\chi^2 = 67,505-79,082$) yüksek olması meta analiz kapsamına alınan çalışmaların heterojen bir yapıda olduğunu göstermektedir. Heterojenlik testi neticesinde çıkan sonuç anlamlı ise rastgele etkiler modelinin kullanılması gerekmektedir.

Meta-Analize Dahil Edilen çalışmaların sabit ve rastgele etkiler modellerine ilişkin genel etki büyüklükleri Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Meta-Analize Dahil Edilen Çalışmaların Ait Genel Etki Büyüklükleri

Model	N	Standart Hata	Hedges’s g	%95 Güven Aralığında		Z-değeri	p-değeri
				Alt Limit	Üst Limit		
Sabit (Fixed)	79	0,032	0,900	0,837	0,963	28,137	0,000
Rastgele (Random)	79	0,075	0,972	0,825	1,120	12,911	0,000

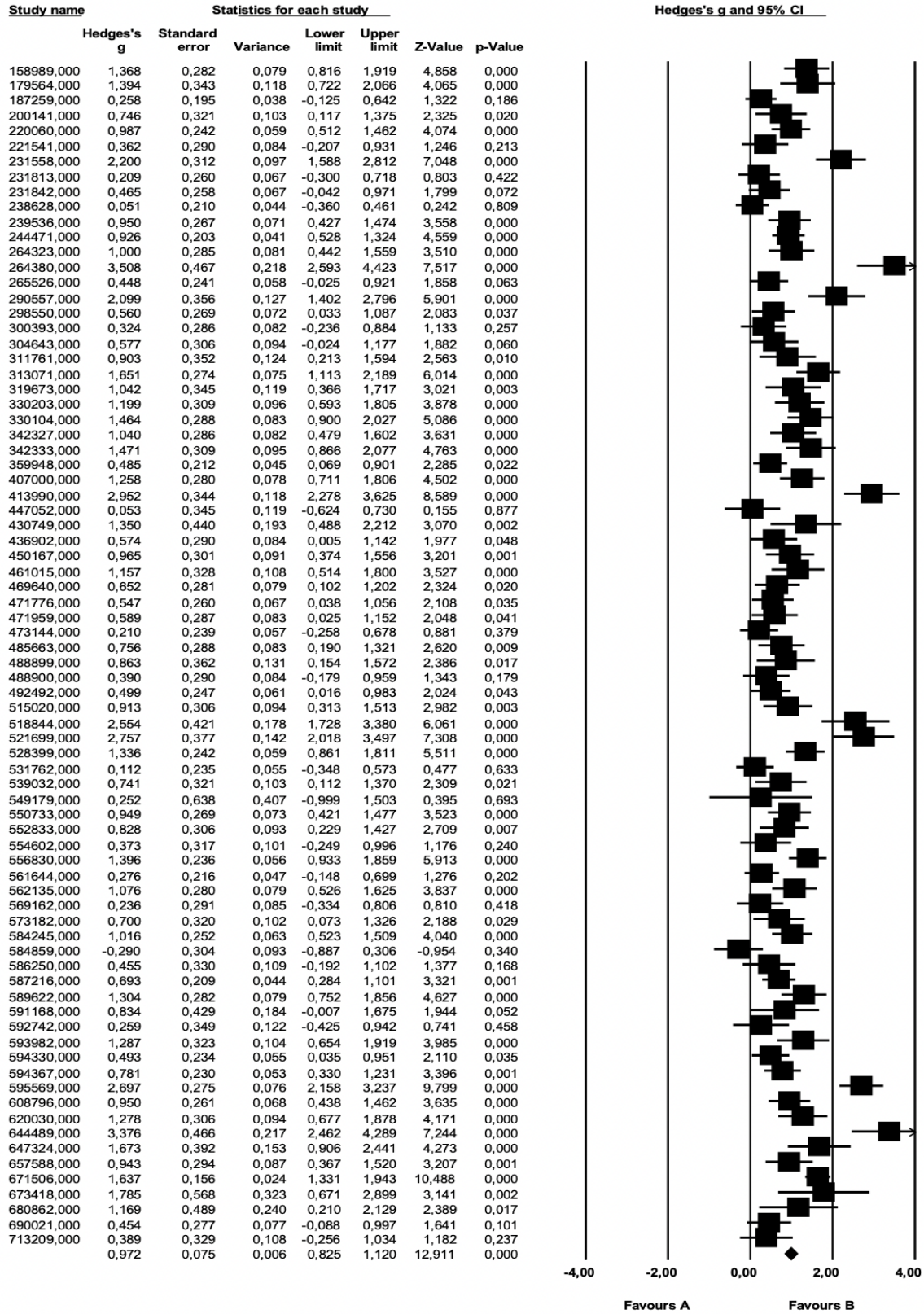
Genel etki büyüklüğü öncelikle sabit etkiler modeline göre hesaplanmış ve 0,032 standart hata ile 0,900 olarak ölçülmüştür. Fakat meta analiz kapsamına alınan çalışmalardan elde edilen heterojenlik testi neticesinde genel etki büyüklüğünün hesaplanmasında kullanılacak olan model rastgele etkiler modeli olarak seçilmiştir.

Rastgele etkiler modeline ilişkin yapılan analizler neticesinde 0,075 standart hata ile genel etki büyüklüğü değeri 0,972 olarak hesaplanmıştır. Etki büyüklüğünün %95 güven aralığında 0,825 alt ve 1,120 üst limite sahip olduğu görülmektedir. Genel etki büyüklüğünün pozitif değere sahip olması bu etkinin çeşitli öğretim yöntemleriyle gerçekleştirilen fen eğitiminin öğrencilerin Bilimsel süreç becerilerine olan etkisinin deney gruplarının lehine olduğunu ifade etmektedir. Ayrıca 12,911 olarak hesaplanan z değerinin, $p < .01$ ile istatistiki anlamda anlamlı olduğu belirlenmiştir. P değerinin .05 değerinden küçük olması gruplar arasında anlamlı bir farklılık olduğu sonucunu çıkarmaktadır. Bu doğrultuda elde edilen bulgulara göre fen eğitiminde gerçekleştirilen çeşitli öğretim yöntemlerinin öğrencilerin Bilimsel süreç becerilerine olumlu etkisinin olduğu yönünde ve geniş düzeyde bir etki oluşturduğu yorumu yapılabilir.

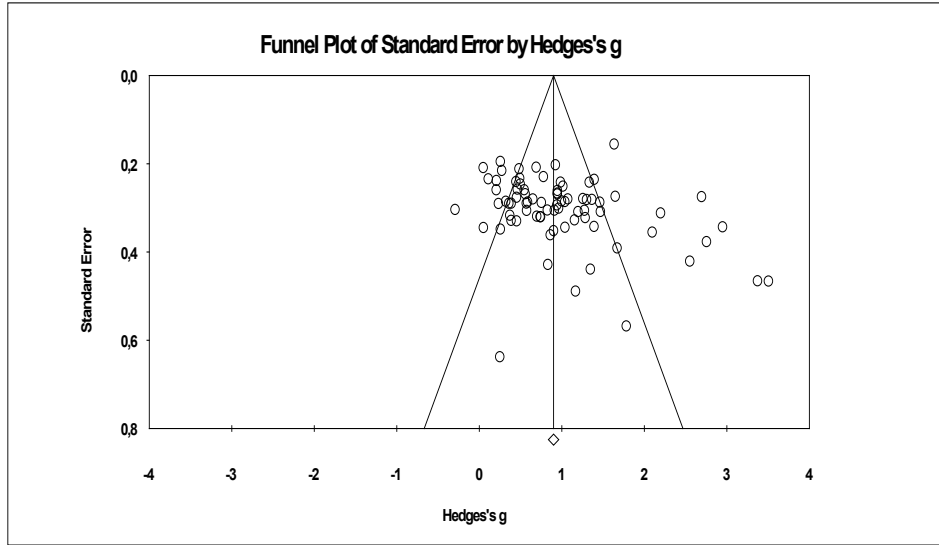
Çalışma kapsamında araştırmaların Hedges’s g etki büyüklüklerinin dağılımını ortaya koyan orman grafiği Şekil 3’te verilmiştir.

Şekil 3 incelendiğinde orman grafiğinde içi dolu kareler olarak temsil edilen kısımlar bireysel etki büyüklüklerini ifade etmektedir. Bu karelerin büyüklükleri örneklem sayıları ile doğru orantılıdır. Ayrıca karelerin içerisinden geçen yatay çizgiler çalışma aralıklarını ifade etmektedir. Orman grafiğinin skalası etki büyüklüğüne göre değiştirilebilmektedir. Genel olarak etki büyüklükleri değeri 0-2 arasında yoğunlaşmış olsa da sekiz çalışmanın etki büyüklüğünün 2’den yüksek ve 4’e yakın olarak hesaplandığı görülmüştür. Orman grafiğinde genel etki büyüklüğünü ifade eden eşkenar dörtgenin pozitif ve 1’den büyük bir değer olduğu görülmektedir.

Meta Analysis



Şekil 3. Meta analize dahil edilen çalışmaların orman grafiği



Şekil 4. Akademik başarıyı inceleyen çalışmaların Funnel diyagramı (yayın yanlılığı grafiği)

Yayın yanlılığı grafiği incelendiğinde (Şekil 4) etki büyüklükleri yatay ekseninde, örneklem büyüklüğü ya da standart hata gibi değerler ise dikey ekseninde görülmektedir. Grafikte orta kısımda bulunan çizgi genel etki değerini ifade etmektedir. Örneklem sayısı büyük olan çalışmalar genelde grafiğin üst kısmında ve genel etki büyüklüğü çevresinde toplanmaktadır. Örneklem sayısı küçük olan çalışmalar ise genelde huni grafiğinin alt kısmında toplanmaktadır. Yayın yanlılığının olmaması için bireysel çalışmaların hepsinin huni çizgilerinin içerisinde ve simetrik biçimde saçılması beklenmektedir. Huni dışına saçılmış çalışmaların yayım yanlılığına neden olabilmektedir. Ancak Huni grafikleri genelde sübjektif olarak değerlendirildiğinden yayın yanlılığı konusunda diğer yayın yanlılığı istatistiklerine bakmak gerekmektedir (Şen & Yıldırım, 2020).

Tablo 3. Akademik Başarı Değişkenine Ait Classic Fail-Safe N Analizi

Rosenthal'ın Koruma Sayısı Analizi	Değerler
Z Değeri	28,76141
p Değeri	0,00000
Alfa Değeri	0,05000
Alfa için Z Değeri	1,95996
N	79
Araştırmayı geçersiz kılmak için gerekli çalışma sayısı	6719

Tablo 3 incelendiğinde yapılan meta analiz çalışmasından elde edilen hata koruma sayısı (fail safe N) Rosenthal'ın yöntemine göre 6719 olarak hesaplanmıştır. Bu değer elde edilen $p < .01$ anlamlılık değerinin; $p > .05$ değerine yükseltilebilmesi yani anlamlılığın ortadan kaldırılabilmesi için etki büyüklüğü değeri "0" olan ve meta analize dahil edilmesi gereken çalışma sayısını ifade etmektedir. Bu bağlamda 79 çalışmanın verilerinden yapılan meta analiz çalışmasından elde edilen bulguların ve anlamlılığın geçersiz sayılabilmesi için 6719 tane anlamlı olmayan çalışmanın meta analize dahil edilmesi gerekmektedir.

Bu sayı oldukça yüksek bir sayı olduğundan gerçekleştirilen meta analiz çalışmasının güvenilir ve yayın yanlılığının düşük olduğu şeklinde yorumlanabilir.

Sonuç ve Tartışma

Bu araştırmada, yapılandırmacı yaklaşımla çeşitli öğretim yöntemleri uygulanan fen Bilimleri dersinde öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin değişimini inceleyen 170 çalışma içerisinde dahil edilme ölçütlerini karşılayan 79 çalışmadan elde edilen verilerin meta analizi ile etki büyüklükleri hesaplanmıştır. Bu bölümde söz konusu bu bulgulara dayalı olarak ulaşılan sonuçlar ve bu sonuçlar göz önünde bulundurularak geliştirilen öneriler sunulmaktadır. Meta-analize dahil edilen 79 çalışmanın kategorik tanımlayıcı özellikleri incelendiğinde; yayın yıllarına göre 2019, yayın türlerine göre yüksek lisans tezi ve sınıf düzeyi olarak da 7. sınıf düzeyi, en fazla çalışılan değişkenler olarak belirlenmiştir. Araştırmaya dâhil edilen çalışmalarda yayın

yanlılığını değerlendirmek için "Huni Saçılım Grafiği" ve "Orwin Korumalı N Sayısı" yöntemleri kullanılmıştır. Bu test sonuçlarına göre yayın yanlılığının düşük düzeyde olduğu ve etki büyüklüğü sınıflandırmasını değiştirebilecek düzeyde olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Meta-analize dâhil edilen bireysel çalışmaların; yayın türleri, katılımcıların öğrenim seviyeleri, örneklem büyüklüğü gibi pek çok değişken bakımından farklılaşmaları ve aynı evren parametrelerine sahip olmamaları nedeniyle genel etki büyüklüğü değerinin hesaplanması rastgele etkiler modeli kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Rastgele etkiler modeline göre etki büyüklüğü 0,972 olarak hesaplanmış ve bu değer Cohen ve diğerlerinin (2007) sınıflamasına göre güçlü düzeyde bir etki büyüklüğüdür. Yapılandırmacı yaklaşıma uygun çeşitli öğretim yöntemleriyle gerçekleştirilen fen bilimleri dersinin mevcut programın öngördüğü öğretim yöntemine kıyasla ilkökul 4.sınıf ve ortaokul öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerini olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Bu durum, işlem etkisinin deney grupları lehine olduğunu ve öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini olumlu yönde etkilediğini göstermektedir.

Cansever (2022) çalışmasında 2010-2021 yılları arasında ilkökul, ortaokul, lise ve üniversite öğrencileriyle gerçekleştirilen araştırmaların, fen eğitiminde laboratuvar destekli öğretimin, programda öngörülen öğrenme yöntemine kıyasla öğrencilerin fen dersine yönelik akademik başarı, tutum ve bilimsel süreç becerilerine etkisini meta analiz yöntemi kullanarak genel etki büyüklüğünü hesaplamıştır. Bu sebeple konu alanında yapılmış olan çalışmaları inceleyerek belirlenen ölçütlere uygun olan 31 çalışma akademik başarı için, 21 çalışma fen dersine yönelik tutum için ve 10 çalışma bilimsel süreç becerileri için meta analiz çalışmasına dahil edilmiştir. Fen eğitiminde laboratuvar destekli öğretimin öğrencilerin fen dersine yönelik bilimsel süreç becerileri üzerindeki etki büyüklüğünü 1,059 olarak hesaplamıştır. Elde edilen etki büyüklüğü ise Cohen ve diğerleri (2007) sınıflamasına göre etki büyüklüğü "geniş düzey" olarak yorumlanmaktadır. Sonuç olarak fen eğitiminde laboratuvar destekli öğretimin, programda yer alan yöneme göre fen dersine yönelik bilimsel süreç becerileri üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olduğu belirtilmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuca göre fen eğitiminde laboratuvar destekli öğretimin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine olumlu yönde etki etmektedir şeklinde yorumlanmıştır. Çalışmanın bulguları araştırmamızı destekler niteliktedir.

Benzer şekilde İzgi (2020) çalışmasında Fen bilimleri dersi "Elektrik Enerjisi" ünitesi "Elektrik Enerjisinin Dönüşümü" konusunda 5E modeli ile temellendirilmiş Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM) yaklaşımına göre hazırlanan öğretim tasarımı uygulamalarının 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına ve bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelemiştir. Araştırmada nicel ve nitel verileri bir arada toplamış karma araştırma deseni ile gerçekleştirmiştir. Araştırmanın nicel boyutunda ön-test son-test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanmıştır. Araştırmanın örneklemini; 2017-2018 öğretim yılında Mersin ilinde bulunan bir ortaokulda öğrenim gören 25 deney, 25 kontrol grubu olmak üzere 50 7. sınıf öğrencisinden oluşmaktadır. Deney grubuna "Elektrik Enerjisinin Dönüşümü" konusunun öğretilmesinde 5E öğrenme modeli ile temellendirilmiş STEM yaklaşımına göre hazırlanan ders planlarıyla, kontrol grubuna ise mevcut öğretim programının öngördüğü yöntem ve planlarla ders işlenmiştir. Deney ve kontrol gruplarında uygulanan yöntemlerin etkisi arasındaki farkın ne düzeyde olduğunu belirlemek amacıyla BSBT son test puanları için Cohen's d değerleri hesaplanmış ve sırasıyla 1,29 olarak bulmuştur. Hesaplanan Cohen's d değerleri deney grubunda gerçekleştirilen öğretim uygulamalarının büyük (large) etki büyüklüğüne sahip olduğunu göstermektedir. 5E modeli ile temellendirilmiş STEM yaklaşımına göre hazırlanan öğretim tasarımı uygulamalarının mevcut programın öngördüğü öğretim yöntemine göre öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirmede daha etkili olduğu belirlenmiştir.

Karakuş ve Yalçın (2016) çalışmasında argümantasyon temelli fen öğrenmenin öğrencilerin akademik başarılarına ve bilimsel süreç becerilerine etkisini deneysel yöntemlerle ortaya koyan bağımsız çalışmaların etki büyüklüklerini belirlemeye çalışmıştır. Literatür taraması sonucunda 2007-2015 yılları arasında Türkiye'de yapılmış, argümantasyon temelli fen öğrenmenin, akademik başarı ve bilimsel süreç becerilerine olan etkisini konu alan, dahil edilme kriterlerine uygun çalışmaları incelemiştir. Fen eğitiminde argümantasyon temelli öğrenmenin akademik başarıya etkisi için 27 çalışma (40 karşılaştırma) ve argümantasyon temelli öğrenmenin bilimsel süreç becerilerine etkisi için 15 çalışma (19 karşılaştırma) meta analiz sürecine dahil etmişler. Araştırma sonucunda; argümantasyon temelli fen öğrenmenin akademik başarı

üzerinde pozitif ve çok geniş düzeyde, argümantasyon temelli fen öğrenmenin bilimsel süreç becerilerinde pozitif ve çok geniş düzeyde etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmanın bulguları araştırmamın sonuçlarını destekler niteliktedir.

Çolak ve Dolapçioğlu'nun (2022) öğretim strateji, yöntem ve tekniklerinin bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkilerini inceleyen meta analiz çalışmasında, dahil edilme kriterlerine uygun olan 29 çalışmanın bireysel etki büyüklükleri ve genel etki büyüklüğü hesaplanmıştır. Çalışmaların bireysel etki büyüklükleri hesaplandıktan sonra genel etki büyüklüğünü hesaplamak için rastgele etkiler modelini kullanılmış ve genel etki büyüklüğü alt sınırını 0,112 ve üst sınırını 0,468 olarak hesaplamışlardır. Araştırmadan elde edilen ilk bulguya göre farklı öğretim strateji, yöntem ve teknik kullanımının bilimsel süreç becerileri üzerinde küçük düzeyde ve pozitif bir etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşmışlar. Bu çalışmanın sonucu araştırmamdan farklı olarak fen dersinde kullanılan yapılandırmacı yaklaşımla hazırlanmış öğrenciyi aktif kılan öğretim yöntem ve tekniklerinin öğrencilerin bilimsel süreç becerileri üzerinde çok düşük etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Araştırmacılar bu sonucun sebebinin bilimsel süreç becerilerinin çok küçük yaşlardan itibaren kazandırılmaya çalışmasının gerekli olduğunu belirtmişler. Analize kattıkları çalışmalar tüm sınıf düzeylerinde olduğu için elde ettikleri verilere dayanarak sadece ortaokul düzeyinde yorum yapmak doğru olmayabilir. Cakir (2017) 5E öğrenme modeli ile gerçekleştirilen fen dersinin öğrencilerin akademik başarı, bilime karşı tutum ve bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkisini belirlemeye yönelik yaptığı çalışmada her bir bağımlı değişken için uygulanan yöntemin etkisinin deney grubu lehine olduğunu belirtmiştir. Sonuç olarak mevcut programa göre hazırlanan yöntem ve planlarla gerçekleştirilen fen bilimleri dersine kıyasla yapılandırmacı yaklaşımla ve çeşitli öğretim yöntemleriyle işlenen dersin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirmede etkili olduğu yapılmış farklı çalışmalarla da desteklenmektedir.

Öneriler

Meta analize dahil edilen çalışmalar sınıf düzeylerine göre incelendiğinde, özellikle ilkokul 4.sınıflarla gerçekleştirilen çalışmaların çok az olduğu belirlenmiştir. Bu sınıf düzeyinde gerçekleştirilen çalışmalara ağırlık verilebilir.

Yürütülen araştırmada çeşitli öğretim yöntemleri ile gerçekleştirilen Fen Bilimleri dersinin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini değiştirmesi yönünden olumlu etkiye sahip olduğunun belirlenmesi öğretmenler ve eğitimcilerin kendi sınıf uygulamalarında yol gösterici olabilir. Mevcut programa göre hazırlanan yöntem ve planlar yerine yapılandırmacı yaklaşıma uygun çeşitli öğretim yöntemleri ile ders işlemek tercih edilebilir.

Yürütülen araştırmada yapılandırmacı yaklaşıma uygun çeşitli öğretim yöntemlerinin öğrencilerin Bilimsel süreç becerilerine olan etkisinin istenilen düzeyde olması, bu yaklaşım ve yöntemlerin öğrenciler açısından daha yararlı olacağı düşünülmektedir.

Yürütülen araştırmada etkili olduğu belirlenen deney grubunda uygulanan yöntem ve yaklaşımın bilimsel süreç becerilerini artırmada kontrol grubunda uygulanan hangi yöntemlere ya da yaklaşımlara göre etkili olduğu belirlenebilir.

Yürütülen araştırmada ulusal lisansüstü tezler analize dahil edildiğinden daha sonraki çalışmalarda ilgili yurt içi ve yurt dışında yayınlanmış makalelere de yer verilebilir.

Meta analiz kapsamına alınacak çalışmalara ait etki büyüklüğünün hesaplanması üzere ihtiyaç duyulan istatistikler verilerin meta analize uygun olarak verilmemesi meta analiz çalışmalarının niteliğine etki etmektedir. Çalışmalardaki verilerin sunulmasında bir standart olmayışı araştırmacıların işini zorlaştırmaktadır. Bu bağlamda araştırmacıların yaptıkları çalışmalarda istatistiksel verilere daha sistematik ve tam bir biçimde yer vermesi konusunda gerekli hassasiyet göstermeleri önerilmektedir.

Daha sonraki çalışmalarda Fen Bilimleri dersinde kullanılan diğer yaklaşımların etkisi analiz edilerek yaklaşımlar arasında kıyaslamalar yapılabilir.

Yazarların Beyanı

Araştırmacıların katkı oranı beyanı: Araştırmacılar çalışmaya eşit düzeyde katkıda bulunmuşlardır.

Etik Kurul Kararı: Bu çalışmada etik kurul iznine gerek yoktur

Çatışma beyanı: Araştırmacılar arasında herhangi bir ihtilaf ya da çatışma bulunmamaktadır.

Kaynaklar

- American Association for the Advancement of Science (AAAS). (1990). *Science for All Americans*. Oxford University Press.
- Armağan, F. Ö. (2011). *Kavramsal değişim metinlerinin etkililiği: Meta analiz çalışması* [Yayımlanmamış doktora tezi] Gazi Üniversitesi.
- Arslan, A. G., & Tertemiz, N. (2004). İlköğretimde bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2(4), 479-492.
- Aydoğdu, B., Tatar, N., Yıldız, E., & Buldur, S. (2012). İlköğretim öğrencilerine yönelik bilimsel süreç becerileri ölçeğinin geliştirilmesi. *Journal of Theoretical Educational Science*, 5(3), 292-311.
- Bağcı Kılıç, G., Haymana, F., & Bozyılmaz, B. (2008). İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersi Öğretim Programı'nın bilim okuryazarlığı ve bilimsel süreç becerileri açısından analizi. *Eğitim ve Bilim*, 33(150), 52-63.
- Bangert-Drowns, R. L., & Rudner, L. M. (1991). *Meta-analysis in educational research*. ERIC Digest.
- Borenstein, M., Cooper, H., Hedges, L., & Valentine, J. (2009). Effect sizes for continuous data. *The Handbook of Research Synthesis and Meta-Analysis*, 2, 221- 235.
- Cakir, N. K. (2017). Effect of 5E learning model on academic achievement, attitude and science process skills: Meta-analysis study. *Journal of Education and Training Studies*, 5(11), 157-170. <https://doi.org/10.11114/jets.v5i11.2649>
- Cansever, S. (2022). *Fen eğitiminde laboratuvar destekli öğretimin öğrencilerin akademik başarı, tutum ve bilimsel süreç becerilerine etkisi: Bir meta-analiz çalışması* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Sivas Cumhuriyet Üniversitesi.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). *Research methods in education* (6th ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203029053>
- Çepni, S., & Çil, E. (2013). *Fen ve teknoloji programı (Tanıma, planlama, uygulama ve SBS'yle ilişkilendirme): İlköğretim 1. ve 2. kademe öğretmen el kitabı*. Pegem Akademi.
- Çolak, M. S., & Dolapçioğlu, S. D. (2022). Öğretim strateji, yöntem ve tekniklerinin bilimsel süreç becerilerine etkisi: Meta analiz. *Yaşadıkça Eğitim*, 36(3), 643-655. <https://doi.org/10.33308/26674874.2022363424>
- Diñçer, S. (2021). *Eğitim bilimlerinde uygulamalı meta-analiz*. Pegem Akademi.
- Duran, M. (2008). *Fen öğretiminde bilimsel süreç becerilerine dayalı öğrenme yaklaşımının öğrencilerin bilime karşı tutumlarına etkisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Muğla Üniversitesi.
- Durlak, J. A., & Lipsey, M. W. (1991). A practitioner's guide to meta-analysis. *American Journal of Community Psychology*, 19(3), 291-332.
- Gagne, R.M., 1985. *The conditions of learning*. Holt, Rinehart and Winston.
- Germann, P. J. (1994). Testing a model of science process skills acquisition: An interaction with parents' education, preferred language, gender, science attitude, cognitive development, academic ability, and biology knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*. 31(7), 749-783.

- Glass, G. V. (1977). Meta-analysis of psychotherapy outcome studies. *American Psychologist*, 32(9), 752–760. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.32.9.752>
- Hedges, L.V., & Olkin, I. (1985). *Statistical methods for meta-analysis*. Academic Press.
- Hunter, J. E., & Schmidt, F. L. (1990). *Methods of meta-analysis: Correcting error and bias in research findings*. Sage Publications, Inc.
- İzgi, S. (2020). *Fen bilimleri dersi elektrik enerjisinin dönüşümü konusuna 5E modeli ile temellendirilmiş bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) yaklaşımının 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarı ve bilimsel süreç becerilerine etkisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi.
- Kaptan, F. (1999). *Fen bilgisi öğretimi*. Millî Eğitim Bakanlığı.
- 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>
- Karlı, F., Şahin, Ç., & Ayas, A. (2009). Determining science teachers' ideas about the science process skills: A case study. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 1, 890–895. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2009.01.158>
- Littell, J. H., Corcoran, J., & Pillai, V. (2008). *Systematic reviews and meta-analysis*. Oxford University Press.
- Martin, D.J. (2003). *Elementary science methods: A constructivist approach*. Thomson Publishing Company.
- Orwin, R. G. (1983). A fail-safe N for effect size in meta-analysis. *Journal of Educational Statistics*, 8(2), 157-159.
- Ostlund, K. L. (1992). *Science process skills: Assessing hands-on student performance*. Addison-Wesley.
- Rosenthal, R., & Dimatteo, M. R. (2001). Meta-analysis: Recent developments in quantitative methods for literature reviews. *Annual Review of Psychology*, 52(1), 59-82. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.52.1.59>
- Sánchez-Meca, J., Rosa-Alcázar, A. I., Marín-Martínez, F., & Gómez-Conesa, A. (2010). Psychological treatment of panic disorder with or without agoraphobia: A meta-analysis. *Clinical Psychology Review*, 30(1), 37-50. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2009.08.011>
- Şen, S., & Yıldırım, İ. (2020). *CMA ile Meta-analiz uygulamaları*. Anı Yayıncılık.
- Taşar, M. F., Temiz, B. K., & Tan, M. (2002, Eylül, 16). İlköğretim fen öğretim programında hedeflenen öğrenci kazanımlarının bilimsel süreç becerilerine göre sınıflandırılması. *Sözlü Sunum*. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, ODTÜ, Ankara.
- Thalheimer, W., & Cook, S. (2002). How to calculate effect sizes from published research: A simplified methodology. *Work-Learning Research*, 1(9), 2-9.
- Watts, M. (1991). *The science of problem solving: A practical guide for science teachers*. Cassell Educ. Ltd.

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

There are many ways scientists follow to reach scientific knowledge. It is thought that individuals who want to repeat this process should have some gains called science process skills. In order for students to be involved in the process of doing scientific research in the classroom, they must have sufficient equipment in terms of these skills. It should be considered that the science skills to be taught to students should be similar to the skills that scientists use while researching (Gagne, 1985). The main purpose of gaining science process skills through science education is to develop students' skills of thinking logically, asking questions, questioning, answering questions, and producing solutions to problems (German, 1994). For this purpose, a more holistic evaluation was made by trying to calculate the overall effect size of the effect of the course, which was carried out by applying teaching models that adopted the constructivist approach, in contrast to the Science course, which was carried out with traditional methods, on the students' Science process skills.

In this study, it was aimed to reveal the effects of various teaching methods in Science classes on students' science process skills by using the Meta-Analysis method. After reviewing the literature, inclusion criteria were determined. Among the studies examining the effects of various applications carried out in the Science courses between 2005 and 2022 on the science process skills of students, nationally published postgraduate theses were examined. Studies in which the participants were between 4th grade to 8th grade were included in the analysis. As a result of the analysis made in this research, which included 79 studies, the overall effect size of the studies on the effect of various teaching methods in Science class on students' science process skills was found to be 0.972. This value is a very large effect size according to the Cohen criteria and shows that various teaching methods applied in science classes are more effective than traditional learning approaches in science education. However, the findings showed that there was no publication bias among the studies included in the analysis.

Method

In this study, meta-analysis method was used in order to determine whether various teaching methods applied in Science course have an effect on students' science process skills. Meta-analysis method is a literature review method used to combine and reinterpret the results of similar studies conducted individually in a certain field (Hunter & Schmidt, 1990). Although there are many literature review methods, the most important difference that distinguishes meta-analysis method from other literature review methods is that this method is based on statistical techniques and numerical data (Özcan, 2007). The meta-analysis method, which has been increasingly used in many areas of social psychology, has a very important role in understanding social policies (Durlak & Lipsey, 1991). Although there are many types of meta-analysis method, "Study Effect meta-Analysis" was used in this study.

Results

As a result of the literature review, 79 studies that examined the effects of various teaching practices in science education between the years 2000-2022 on students' science process skills were determined. Considering the number of studies by years, it was seen that the highest number of studies were carried out in 2019 with 23 studies, and the least study was carried out in 2005, 2006 and 2014 with 1 study.

The number of studies according to the type of publication, on the other hand, is in the type of master's thesis with 60 studies, while 19 studies are in the type of doctoral thesis. In terms of grade level, the number of studies is at the 7th grade with 31 studies at most, 6th grade with 21 studies, 5th grade with 11 studies, 4th grade with 9 studies, and 8th grade with at least 7 studies.

Conclusion

In this study, effect sizes were calculated by meta-analysis of the data obtained from 79 studies that met the inclusion criteria out of 170 studies examining the change in science process skills of students in science course, where various teaching methods were applied with a constructivist approach. In this section, the

conclusions were reached based on these findings and the suggestions were made by considering these results. When the categorical descriptive features of the 79 studies included in the meta-analysis were examined; 2019 according to publication years, master's thesis according to publication types, and 7th grade level as grade level, were determined as the most studied variables. "Funnel Scatterplot" and "Orwin Conserved N Number" methods were used to evaluate publication bias in the studies included in the research. According to these test results, it was concluded that the publication bias was low and not at a level that could change the effect size classification.

Individual studies included in the meta-analysis. Since they differ in many variables such as publication types, education levels of the participants, sample size, and they do not have the same universe parameters, the calculation of the overall effect size value was carried out using the random effects model. The effect size was calculated as 0.972 according to the random effects model, and this value is a strong effect size according to the classification of Cohen et al (2007). It showed that the science course, which was carried out with various teaching methods in accordance with the constructivist approach, positively affected the scientific process skills of primary school 4th grade and secondary school students. This showed that the operation effect is in favor of the experimental groups and positively affects the science process skills of the students.