

Fen Bilimlerinde Kullanılan Çeşitli Öğretim Yöntem ve Tekniklerin Öğretmen Adaylarının Bilimsel Süreç Becerileri Üzerindeki Etkilerini Araştıran Çalışmaların Meta Analizi* **

Meta Analysis of Studies Investigating the Effects of Various Teaching Methods and Techniques Used in Science on the Scientific Process Skills of Teacher Candidates

Feridun KESKİN¹, Mahmut SELVİ²

¹MEB/Şehit Mutlu Can Kılıç Ortaokulu. Fen Bilimleri Öğretmeni/Uzman,
keskin.feridun1987@hotmail.com

²Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı, mselvi@gazi.edu.tr

Makale Türü/Article Types: Sistematik Derlemeler ve Meta Analiz/
Systematic Reviews and Meta Analysis

Makalenin Geliş Tarihi: 18.09.2023

Yayına Kabul Tarihi: 13.03.2024

ÖZ

Fen bilimlerinde kullanılan çeşitli öğretim yöntem ve tekniklerin öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkilerini araştıran çalışmaların meta analizini yapmak bu araştırmanın amacını oluşturmaktadır. Nicel araştırma desenlerinden meta-analiz yönteminin kullanıldığı çalışmada, meta-analize dâhil edilme ve hariç tutulma ölçütlerine dayalı olarak belirlenen toplam 35 birincil araştırma yer almaktadır. Bu bağlamda meta-analize; 18 yüksek lisans, 7 doktora ve 10 makale dâhil edilmiştir. Çalışmaların heterojen bir yapıya sahip olduğu görülmüş ve etki büyüklüğü rastgele etkiler modeline göre hesaplanmıştır. Çalışmanın güvenilir olduğu ve yayın yanlılığının bulunmadığı tespit edilmiştir. Bu meta-analiz çalışmasında, fen bilimlerinde kullanılan çeşitli öğretim yöntem ve tekniklerin öğretmen adaylarının bilimsel süreç

* **Alıntılama:** Keskin, F. ve Selvi, M. (2024). Fen bilimlerinde kullanılan çeşitli öğretim yöntem ve tekniklerin öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkilerini araştıran çalışmaların meta analizi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 44(1), 1-37.

** Bu çalışma Prof. Dr. Mahmut SELVİ'nin danışmanlığında yürütülen Feridun KESKİN'in yüksek lisans tez çalışmasının bir kısmından türetilmiş ve 3rd International Symposium of Scientific Research and Innovative Studies (ISSRIS'23)'de bir kısmı sunulmuştur.

becerilerini olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmanın genel etki büyüklüğünün, yüksek düzeyde olduğu görülmüştür.

Anahtar Sözcükler: *Fen Bilimi, Bilimsel Süreç Becerileri, Meta-Analiz.*

ABSTRACT

The aim of this research is to make meta-analysis of studies investigating the effects of various teaching methods and techniques used in science on the scientific process skills of teacher candidates. In the study, in which meta-analysis method, one of the quantitative research designs, was used, a total of 35 primary studies were included in the meta-analysis based on the inclusion and exclusion criteria. In this context, 18 master's, 7 doctoral and 10 articles were included in the meta-analysis. It was seen that the studies had a heterogeneous structure and the effect size was calculated using the random effects model. It was determined that the study was reliable and there was no publication bias. In this meta-analysis study, it was concluded that various teaching methods and techniques used in science positively affect the scientific process skills of teacher candidates. The overall effect size of the study was found to be at a high level.

Keywords: *Natural Science, Scientific Process Skills, Meta-Analysis.*

GİRİŞ

Bilimsel süreç becerileri, bilim eğitiminin kritik bir özelliği olarak vurgulanmakta ve bilgiyi derlemek, problemler hakkında düşünmek ve sonuç çıkarmak için kullanılan becerilerin uyarlamaları (Wola, Rungkat ve Harindah, 2023); bir problemin temsil edildiği, problemin çözümüne ulaşmak için sistematik bir sürecin yürütüldüğü bir problem çözme becerisi (Mukagihana, Nsanganwimana ve Aurah, 2022); öğrencinin kendi benliğinin kaynağı olan entelektüel, sosyal ve fiziksel becerileri geliştirmeye yönelik içgörüler (Karlı, Yaman ve Ayas, 2010; Senem, 2013); bilimsel etkinliklerde uygulanabilecek psikomotor, duyuşsal ve bilişsel beceriler olmak üzere üç boyutu içeren bir yaklaşım (Juhji ve Nuangchalerm, 2020) olarak tanımlanmaktadır.

Bilimsel süreç becerileri, temel ve bütünlük olmak üzere iki kategoriye ayrılmaktadır (Hernawati, Amin, Irawati, Indriwati ve Aziz, 2018). Temel bilimsel süreç becerileri; gözleme, sınıflandırma, ölçme, tahmin etme (Walters ve Soyibo, 2001), sayıları, uzay ilişkilerini ve zamanı kullanma, iletişim kurarak sonuca varma gibi bilimsel sorgulamada entelektüel bir temel sağlamaktadır (Krueain ve Thongperm, 2014). Bütünlük bilimsel süreç becerileri ise araştırma problemlerini bilimsel deneyler

şeklinde çözmeye yönelik değişkenleri belirleme ve tanımlama, veri toplama ve analiz etme, verileri tablo ve grafikler halinde derleme, ilgili değişkenler arasındaki ilişkileri tanımlama, verileri yorumlama, materyalleri belirleme, hipotezler kurma, araştırmalar tasarlama, sonuç çıkarma ve genellemeler yapma gibi becerilerdir (Restami, Suma ve Pujani, 2013). Temel bilimsel süreç becerileri, bilimsel sorgulamanın entelektüel temelini oluşturmaktadır ve bütünleşik süreç becerilerinin önkoşuludur. Bütünleştirilmiş süreç becerileri ise problem çözme ya da fen deneyleri yapmada kullanılan son becerilerdir (Seung, Choi ve Pestel, 2016).

Bilimsel süreç becerileri, bilgiye ulaşma yollarının öğretilmesi açısından önemlidir. Çünkü öğrenciler hem bilimsel araştırmalar yaparlarken hem de öğrenme süreçlerinde, bilimsel süreç becerilerine ihtiyaç duymaktadırlar (Harlen, 2000). Bu beceriler öğrencilerin, anlamlı öğrenme deneyimi yaşamalarını sağlamakta ve üst düzey düşünme geliştirmelerine yardımcı olmaktadır (Lee, Hairston, Thames, Lawrence ve Herron, 2002). Bilimsel süreç becerileri yaklaşımı, öğrenmede öğrencilerin aktif olarak yer almaları için bir fırsat sunmakta ve böylece bilimsel süreç becerileri ile bilimin olguları, kavramları ve ilkeleri arasında bir etkileşim oluşturulabilmektedir (Juhji ve Nuangchalerm, 2020). Bu nedenle bilimsel süreç becerilerinin fen müfredatına entegrasyonunun birçok faydaları bulunmaktadır (Kuhn, 1993). Bilimsel süreç becerilerini içeren fen dersleri, fen içeriği başarısının gelişiminin yanı sıra bilimin doğasının daha iyi anlaşılmasını da etkilemektedir. Bilimsel süreç becerilerinin fen eğitimindeki temel amacı, öğrencilerin uygulayarak ve yaşayarak öğrenmelerini sağlamaktır (Harlen, 1999). Bu amaç, öğrencilerin toplumda işlev görebilmeleri için bilimsel okuryazar olarak yetişmelerine yardımcı olacaktır (Senem, 2013).

Bilimsel süreç becerilerinin, fen bilimlerinde öğrencilerin akademik başarılarını artırdığını gösteren birçok çalışma (Irwanto vd., 2018; Juhji ve Nuangchalerm, 2020; Leite ve Dourado, 2013; Saputro vd., 2019; Saraç, 2018; Senem, 2013; Wola vd., 2023; Yıldırım vd., 2016) bulunmaktadır. Bu çalışmaların benzer sonuçları, bilimsel süreç becerilerinin faydalı olması nedeniyle eğitimde kullanılması gerektiğini göstermektedir.

Bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesi, öğrencilerin fen kavramlarını öğrenme kararlılığını artırmakta ve öğrencilerin bu becerileri farklı öğrenme alanlarında kullanmalarını etkilemektedir (Furtak, Seidel, Iverson ve Briggs, 2012). Bilimsel süreç becerilerindeki yetkinlik, öğrencilerin; fen bilimine yönelik rasyonel ve eleştirel düşünme becerilerini ve anlamlı bilgileri keşfetmelerini artırırken, problemlere çözüm üretmelerini de sağlamaktadır (Martin, Sexton, Franklin ve McElroy, 2001). Ayrıca bu beceriler, öğrencilerin günlük yaşamdaki ilişkilerini kontrol etmeleri ve sorunlarla başa çıkmaları üzerinde olumlu etkiye sahiptir (Tan ve Temiz, 2003). Bilimsel süreç becerileri nesnelere ya da olaylardaki değişiklikleri gözleme, günlük yaşam problemleri hakkında karar vermek için veri toplama gibi günlük yaşam deneyimlerinde de kullanılmaktadır (Kılıç, 2003).

Bu nedenle ülkeler, özellikle de gelişmekte olan ülkeler, sürekli olarak fen eğitiminin kalitesini artırmaya çalışmaktadır (Rauf vd., 2013). Öğrenciler uygulamalı çalışmalar için fen laboratuvarına girdiklerinde akademik başarıları artmakta, konuları anlamlı öğrenmeleri kolaylaşmakta ve ilgili bilimsel kavramlar hakkında bilgi edinimleri sağlanmaktadır (Leite ve Dourado, 2013). Diğer taraftan geleceğin öğretmenlerinin başarılı olabilmesi için sadece yetenek ve bilimsel becerilerle donatılması yeterli değildir. Öğretmenlerin bilgilerini sınıf içinde ve dışında gerçek dünyaya uygulamaları gerekmektedir (Saputro vd., 2019). Fen öğretiminin öğrencilerin bilgi ve becerileri üzerinde etkili olabilmesinin ön koşullarından biri de öğrencilerin fen bilimine karşı olumlu tutumlara sahip olmalarıdır. Öğrencilerin fen bilimine yönelik tutumları sadece fen bilimleri derslerini öğrenmelerini değil, derslerde kazandıkları becerileri günlük yaşamlarına ne ölçüde aktaracaklarını da etkilemektedir (Çavaş ve Çavaş, 2014). Öğrencilerin fen bilimine karşı tutumları derse hazır bulunuşluk düzeylerini etkileyeceğinden olumsuz tutuma sahip öğrencilerin ders içeriğini öğrenmeleri zorlaşacaktır (Nozari ve Siamian, 2014). Ayrıca günümüzde fen öğrenimindeki zorluklar sadece kavramın aktarılmasıyla ilgili değil, aynı zamanda problem çözme yoluyla bir kavramı yapılandırmak için beceri, bilgi ve davranışın birleştirilmesiyle de ilgilidir (Saputro vd., 2019). Problem çözme becerileriyle donatılmış öğrenciler, günlük

yaşamlarında karşılaştıkları karmaşık problemlerin üstesinden kolayca gelebilirler (Irwanto vd., 2018; Özreçberoğlu ve Çağanağa, 2018).

Bilimsel süreç becerileri, sadece bilim insanları için düşünülemez ve bu becerileri geliştirmek için eğitimcilerin de bu yeteneğe sahip olması gerekmektedir. Bu durum hizmet öncesi eğitim sürecindeki öğretmen adayları için de geçerlidir (Kocakulah ve Savaş, 2013). Bu becerilerin öğrencilere telkin edilmesi, becerilerin kazanılmasını ve sürecin devamlılığını sağlamak için önemlidir. Bireylerin yetiştirilmesinde temel kaynağın öğretmenler olduğu düşünüldüğünde, öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerini ve bunları öğrencilere öğretme yollarını edinmelerine ihtiyaç duyulması kaçınılmazdır (Rauf vd., 2013). Bu nedenle, bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesi, fen eğitiminin ana hedefi olmalıdır. Bu çalışmada, fen bilimlerinde kullanılan çeşitli öğretim yöntem ve tekniklerin öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkilerini araştıran çalışmaların meta analizi yapılmıştır.

YÖNTEM

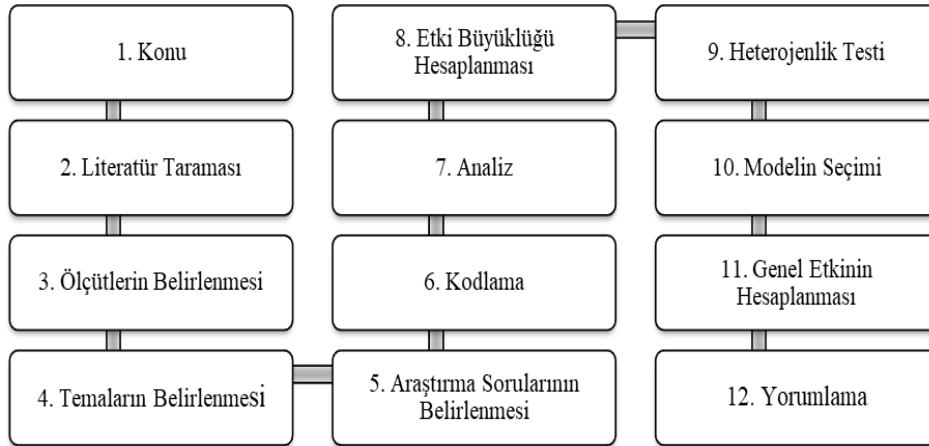
Araştırmanın Modeli

Bu çalışmada, fen bilimlerinde kullanılan çeşitli öğretim yöntem ve tekniklerin öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkilerini araştırmak amacıyla nicel araştırma desenlerinden meta-analiz yöntemi kullanılmıştır. Meta-analiz, sistematik bir incelemenin isteğe bağlı ve nicel bir bileşenidir. Literatürde (Eisend ve Tarrahi, 2016), bulguları bütünleştirmek amacıyla bireysel çalışmalardan elde edilen geniş analiz sonuçları koleksiyonunun istatistiksel analizi veya analist tarafından birleştirilebilir olarak kabul edilen birkaç bağımsız çalışmanın sonuçlarını birleştiren istatistiksel analiz olarak tanımlanmaktadır. Meta-analiz, istatistiksel tekniklere ve sayısal verilere dayanması nedeniyle diğer literatür tarama yöntemlerinden farklılık gösterir (Özcan, 2007). Bu yöntemin amacı; nicel tekniklerle elde edilen bulguları genelleştirerek ortak bir sonuca ulaşmaktır (Sağlam ve Yüksel, 2007).

Bu yöntem; deneysel ve ilişkisel çalışmalar gibi farklı araştırmaları birleştirme imkânı sağlar (Akkaya, 2019). Bu yöntem; bir konu üzerinde yapılan tüm araştırmaların sonuçlarını anlamayı amaçlar, bu nedenle etki büyüklüğünün tüm veriler açısından tutarlı olup olmadığının bilinmesi gerekir (Kurşun, 2019). Meta-analiz çalışmaları; araştırmalar arasında heterojenliğe neden olan sebeplerin doğru tespit edilmesini sağlar (Akçil, 1995). Yöntem sayesinde bilimsel literatürdeki tutarsızlıklar değerlendirilebilir ve tutarsızlığın nedenleri araştırılabilir (Keskin, 2023).

Tüm çalışmalarda olduğu gibi meta-analiz çalışmalarının planlanması ve yürütülmesi için de bazı işlem basamaklarının takip edilmesi gerekmektedir. Takip edilen bu adımlar, çalışmanın planlı ve başarılı bir şekilde yürütülebilmesini ve daha az zamanda daha fazla mesafe kat edilebilmesini sağlar (Durlak, 2003). Meta-analiz süreci işlem basamakları literatür bilgileri (Dinçer, 2014; Durlak, 2003; Kestel, 2022; Kıyıcı, 2022; Sarıgöl, 2022) doğrultusunda aşağıda belirtildiği şekilde özetlenebilir:

Şekil 1. Meta-Analiz İşlem Basamakları



Verilerin Toplanması

Meta-analiz çalışmalarında araştırmaya dâhil edilecek çalışmaların araştırma sınırlarını aşmaması, istatistiksel olarak gerekli verileri içermesi önemlidir. Ancak meta-analizde araştırma konusu ile ilgili çok sayıda çalışmaya ulaşmak, araştırmanın güvenilirliğinin

ve geçerliğinin olabildiğince doğru olmasını sağlar (Sarıgöl, 2022; Üzüm, 2022). Bu noktada literatür taramasında; Ulusal Tez Merkezi, Google Akademik ve DergiPark Akademik veri tabanları kullanılmıştır. Araştırma kapsamında belirlenen anahtar kelimeler kullanılarak veri tabanları ve makale paylaşım platformları detaylı bir şekilde taranmıştır. Literatür taramasında aşağıda verilen anahtar kelimeler kullanılmıştır:

- “fen bilimleri” ve “bilimsel süreç becerileri”
- “fen eğitimi” ve “öğretmen adayları”,
- “fen bilimleri” ve “farklı öğretim yöntem ve teknikleri”,
- “laboratuvar etkinlikleri” ve “bilimsel süreç becerileri”,
- “öğretmen adayları” ve “bilimsel süreç becerileri”
- “akademik başarı” ve “bilimsel süreç becerileri”

Tarama işleminden sonra öncelikle analize dâhil edilecek çalışmaların başlıkları ve özetleri incelenmiştir. Daha sonra araştırma kapsamına alınmasına karar verilen çalışmaların yöntem bölümleri, özellikle işlem basamakları ve bulgular bölümleri ayrıntılı olarak incelenmiştir. Fen bilimlerinde kullanılan çeşitli öğretim yöntem ve tekniklerin öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerine etkilerini araştıran yurt içinde yapılmış yüksek lisans ve doktora tezleri ile çeşitli kaynaklarda yayınlanmış bilimsel makaleler bu çalışmanın veri kaynaklarını oluşturmuştur.

Özenle yürütülen literatür taraması sonucunda; kaynaklarda yayınlanmış bildirilerin meta-analiz için gerekli olan verileri yani çalışma karakteristiklerini içermediği, tezlerden üretilen makalelerin ise tez ile aynı bilgileri içerdiği, teze göre daha sınırlı bilgilerden oluştuğu ve bazı makalelerin birden fazla kaynaktan yayımlandığı görülmüştür. Bu nedenle bildiriler ve tezlerden üretilen makaleler, bu çalışmanın dışında tutulmuştur. Meta-analize dâhil edilen çalışmalarda aşağıda belirtilen kriterler aranmıştır. Bu kriterlere uymayan çalışmalar, araştırma kapsamı dışında tutulmuştur. Dâhil edilme kriterleri şunlardır:

1. Zaman: Meta-analize 2000 ile 2022 yılları arasında yayımlanan çalışmalar dahil edilmiştir. Bu araştırmanın yüksek lisans tezi olarak yapılması ve yapılan planlama doğrultusunda 2022 yılının sonunda verilerin analizi ve raporlama sürecinin başlaması nedeniyle 2023 yılı çalışmaları araştırmaya dahil edilmemiştir. 2000 öncesi çalışmaların

ise özellikle tez çalışmalarının veri tabanlarında yer almadığı görülmüştür. Meta-analiz çalışmasına dahil edilmesine rağmen literatür taramasında 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2010 ve 2022 yıllarına ait herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

2. *Araştırma Yöntemi*: Meta-analize dahil edilen çalışmaların; nicel veri toplanan deneysel desenler kullanılan çalışmaların seçimine, örneklem gruplarının öğretmen adaylarından oluşmasına, fen bilimlerinde kullanılan farklı öğretim yöntem ve tekniklerini ele alıyor olmalarına ve bilimsel süreç becerilerini inceliyor olmalarına dikkat edilmiştir.

3. *Araştırmanın Dili*: Meta-analize dili Türkçe olan çalışmalar alınmıştır. Araştırmanın yüksek lisans tezi olarak yürütülmesi, bu nedenle belirli bir süre içerisinde bitirme zorunluluğunun bulunması ve farklı dillerde yayınlanmış çalışmaların incelenmesinin bu süre içerisinde tamamlanamama gibi zorluklar içermesi nedeniyle Türkiye’de yürütülmüş olmasına rağmen farklı dillerde yayınlanmış çalışmalar ile yurt dışında yapılmış olan çalışmalar bu araştırmaya dahil edilmemiştir.

4. *Yayın Türü*: Çalışmaların türü; yüksek lisans tezleri, doktora tezleri veya makalelerdir. Bir çalışmaya tez veya makale olarak ulaşıldı ise o çalışmanın tez türü tercih edilmiştir.

5. *İstatistikî Veriler*: Araştırmaya dâhil edilen çalışmalar; etki büyüklüklerinin hesaplanabilmesi için standart sapma (sd), aritmetik ortalama (x), örneklem büyüklüğü (n), p veya bu değerlere ulaşabilecek verilere sahip çalışmalardan oluşmaktadır.

Çalışmanın Karakteristikleri ve Değişkenleri

Meta-analiz çalışması kapsamına dâhil edilen çalışmalardan elde edilen etki büyüklükleri bu araştırmanın bağımlı değişkenlerini oluşturmaktadır. Bu değişkenler, fen bilimlerinde kullanılan öğretim yöntem ve tekniklerin öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerine etkileri üzerindeki etki büyüklükleridir.

Çalışma karakteristikleri (moderatör değişkenler) olarak da adlandırılan bağımsız değişkenler, kodlamalarda ortaya çıkan ve araştırmanın alt problemlerinin şekillenmesinde rol oynayan çalışma özellikleridir (Üzüm, 2022). Bu çalışmanın

bağımsız değişkenleri şu şekilde belirlenmiştir: 1- Çalışma yılı, 2- Çalışma türü, 3- Çalışma deseni, 4- Çalışma grubu, 5- Örneklem büyüklüğü ve 6- Öğretim yöntemi.

Literatür incelendiğinde moderatör analizlerinde kategorik alt değişkenler için her alt grupta en az 4 çalışma (Fu vd., 2010) veya 2-8 çalışma (Pincus vd., 2011) olması gerektiğine dair farklı yaklaşımlar olduğu görülmektedir. Bu çalışmada genel etki büyüklüğünü daha net yansıtmak ve veri kaybını önlemek için her grupta en az 2 çalışma yapılmasına karar verilmiştir.

Verilerin Analizi

Araştırma kapsamında literatür taraması sonrasında araştırmanın karakteristikleri belirlenmiş ve kodlama işlemi yapılmıştır. Araştırmanın betimsel istatistikleri tablolar halinde bulgular bölümünde yorumlanarak verilmiştir. Betimsel istatistiklerde yüzde ve frekans dağılımlarına yer verilmiş ve bunun için SPSS 22 programı kullanılmıştır. Çalışmada bir literatür tarama yöntemi olan meta-analiz yöntemine başvurulmuş ve meta-analiz, CMA "Comprehensive Meta-Analysis" programı ile yapılmıştır. CMA yazılımında deney ve kontrol gruplarının örneklem büyüklükleri, ortalama ve standart sapma değerlerinin girilebileceği format seçilmiştir. Analizler yapılırken anlamlılık düzeyi $p = .05$ olarak alınmıştır.

Bu meta-analiz çalışmasında, grup karşılaştırma meta-analiz türlerinden biri olan işlem etkililiği meta-analizi kullanılmıştır. İşlem etkinliği meta-analizinde deneysel bir işlemin etkililiğinin ortaya çıkarılması amaçlanır (Şahin, 2005). Homojenlik / heterojenlik analizi için Cochran tarafından geliştirilen Q testine yer verilmiş, çalışmaların heterojen bir yapıya sahip olduğu görülmüş ($p < .05$) ve bu nedenle rastgele etkiler modeli kullanılmıştır. Rastgele etkiler modeli, araştırmaya dâhil edilen çalışmalardaki etki büyüklüklerinin çeşitlilik gösterdiği ve farklı katılımcı sayısı gibi faktörlerin bunda etkili olduğu meta-analiz modelidir (Hak, Rhee ve Suurmond, 2016). İstatistiksel hesaplamalar sonucunda elde edilen etki büyüklükleri yorumlanırken Thalheimer ve Cook (2002) tarafından yapılan sınıflandırma dikkate alınmıştır. Yapılan literatür taramasında bu sınıflamanın etki büyüklüklerinin düzeyinin yorumlanmasında en sık kullanılan sınıflamalardan birisi olduğu görülmüştür. Çalışmanın yayın

yanlılığına sahip olup olmadığını incelemek için Huni Grafiği ve Rosenthal Korumalı N Analizi kullanılmıştır. Etki büyüklüğü değerlerini analiz etmek için Kutu Grafiği kullanılmıştır. Yayın yanlılığı, araştırmacıların belirli bir sonuca odaklanıp çok dar bir alanı taramaları durumunda ortaya çıkmakta (Dinçer 2014) ve bu durum ortalama etki büyüklüğünün yüksek olmasına neden olmaktadır (Kurşun, 2019).

BULGULAR

Çalışmalara Ait Betimleyici İstatistikler

Meta analiz çalışmasına dâhil edilen çalışmaların karakteristikleri; çalışma yılı, çalışma türü, çalışma deseni, çalışma grubu, örneklem büyüklüğü ve öğretim yöntemi olarak belirlenmiştir. Çalışmaların frekans ve yüzde dağılımları Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Çalışmalara Ait Betimleyici İstatistikler

Moderatör değişkenler ve alt grupları		Frekans (f)	Yüzde (%)
Çalışma Yılı	2007-2009	4	11.40
	2011-2015	17	48.60
	2016-2020	11	31.40
	2021	3	8.60
Çalışma Türü	Doktora tezi	7	20.00
	Makale	10	28.60
	Yüksek lisans tezi	18	51.40
Çalışma Deseni	Gerçek deneme deseni	11	31.40
	Karma desen	8	22.90
	Yarı deneme deseni	16	45.70
Çalışma Grubu	Fen bilgisi öğretmenliği	27	77.10
	Fizik Öğretmenliği	1	2.90
	Kimya öğretmenliği	1	2.90
	Sınıf öğretmenliği	6	17.10
Örneklem Büyüklüğü	30 ve aşağısı ($n \leq 30$)	3	8.60
	31-60 ($31 \leq n \leq 60$)	11	31.40
	61-90 ($61 \leq n \leq 90$)	15	42.90
	91-120 ($91 \leq n \leq 120$)	4	11.40
	121 ve üzeri ($n > 121$)	2	5.70
Toplam		35	100.00

Tablo 1’de görüldüğü gibi araştırmaya dahil edilen çalışmaların yıllara göre dağılımı şu şekildedir: 2007 yılında 2, 2008 yılında 1, 2009 yılında 1, 2011 yılında 3, 2012 yılında 5, 2013 yılında 3, 2014 yılında 4, 2015 yılında 2, 2016 yılında 5, 2017 yılında 1, 2018

yılında 1, 2019 yılında 3, 2020 yılında 1 ve 2021 yılında 3 olmak üzere toplam 35 çalışma yapılmıştır. En fazla çalışmanın 2011-2015 yılları arasında yapıldığı (%486) ve sonrasında sırasıyla çalışmaların %31.4'ünün 2016-2020 yılları arasında, %11.4'ünün 2007-2009 yılları arasında ve %8.6'sının 2021 yılında yapıldığı; yıl olarak ise en fazla çalışmanın 2012 ve 2016 yıllarına ait (5'er çalışma) olduğu görülmektedir. Yapılan literatür taramasında, 2000 yılından 2007 yılına kadar olan yıllar ile 2010 yılı ve 2022 yılına ait herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Çalışmaların yarısından fazlası (%51.4) yüksek lisans tezi olarak yapılmıştır. İkinci sırada makaleler (%28.6) yer alırken, son sırada doktora tezleri (%20) bulunmaktadır. Çalışmaların en fazla yarı deneme deseninde (%45.7) yapıldığı görülmektedir. İkinci sırada gerçek deneme deseni (%31.4) yer alırken, son sırada karma desen (%22.9) bulunmaktadır. Çalışmaların çoğunluğunun (%77.1) fen bilgisi öğretmeni adaylarıyla yapıldığı görülmektedir. İkinci sırada sınıf öğretmeni adayları (%17.1) yer alırken, fizik ve kimya öğretmeni adayları ile yapılan çalışmalar sadece birer çalışma ile sınırlıdır.

Çalışmaların en fazla 61-90 örneklem büyüklüğü grubu (%42.9) ile yapıldığı görülmektedir. İkinci sırada 31-60 örneklem büyüklüğü grubu (%31.4), üçüncü sırada 91-120 örneklem büyüklüğü grubu (%11.4), dördüncü sırada 30 ve aşağısı örneklem büyüklüğü grubu (%8.6) ve son sırada 121 ve üzeri örneklem büyüklüğü grubu (%5.7) bulunmaktadır. Örneklem büyüklüğünün ortalaması $\bar{x}= 72.23$ olarak bulunmuştur. Çalışmalar, en düşük 25 kişilik örneklem büyüklüğü (1 çalışma) ve en yüksek 244 kişilik örneklem büyüklüğü (1 çalışma) ile yapılmıştır. Bunların dışında diğer çalışmaların örneklem büyüklüğü 30 ile 122 kişi arasında değişmektedir.

Çalışmaların Etki Büyüklüğüne Ait Bulgular

Çalışmaların etki büyüklüğünün hesaplanmasında istatistiki anlamlılık $p= .05$ olarak kabul edilmiş; çalışmaların örneklem sayıları, aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları kullanılmıştır. Analizler sonucunda ulaşılan etki büyüklüklerinin yorumlanmasında Thalheimer ve Cook (2002) tarafından yapılan ölçek kullanılmıştır.

Meta-analize dâhil edilen çalışmaların etki büyüklükleri, etki büyüklüklerinin düzeyleri, standart hataları, güven aralıkları ve çalışma ağırlıkları Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Çalışmaların Etki Büyüklüğüne Ait Bulguları

Çalışmalar	Etki Büyüklüğü	Etki Büyüklüğü Düzeyi	Standart Hata	Alt Limit	Üst Limit	Ağırlık
KANLI (2007)	.37	Düşük	.21	.07	1.02	2.12
KORAY VD. (2007)	1.17	Çok yüksek	.22	.59	1.39	2.10
SEVİNÇ (2008)	.55	Orta	.22	.31	.92	2.07
BİLEN (2009)	-.10	Önemsiz	.23	-.56	.69	2.07
KARACA (2011)	1.47	Orta	.22	1.33	1.64	2.05
SAVAŞ (2011)	.89	Yüksek	.23	.49	1.47	1.73
TOPRAK (2011)	.85	Yüksek	.23	.76	1.84	2.15
RECEPOĞLU (2012)	.47	Orta	.23	.11	.64	2.36
KESKİN (2012)	-.14	Önemsiz	.24	-.05	.28	2.37
KARATEKİN (2012)	1.66	Mükemmel	.24	.76	1.84	2.15
ARI VD. (2012)	.70	Orta	.22	.64	.85	2.10
BOZKURT (2012)	1.31	Çok yüksek	.28	.76	1.84	2.15
UZUN (2013)	.650	Orta	.22	.34	1.04	2.14
ARSLAN (2013)	1.09	Yüksek	.21	1.00	1.28	2.29
YURDATAPAN (2013)	1.01	Yüksek	.23	.60	1.18	2.15
KIRILMAZKAYA (2014)	.95	Yüksek	.24	.51	1.04	2.36
BOZKURT (2014)	.85	Yüksek	.23	.64	1.04	2.01
AÇIŞLI (2014)	.67	Orta	.23	.34	.94	2.14
GEZER (2014)	1.39	Çok yüksek	.22	.99	1.74	2.09
GÜNEY (2015)	.74	Orta	.22	.91	.91	1.82
ÇETİN (2015)	.92	Yüksek	.22	.64	1.04	2.01
ŞİMŞİR (2016)	.71	Orta	.23	.61	1.02	2.10
KARAPINAR (2016)	-.14	Önemsiz	.23	-.04	.24	2.15
GÜNGÖR (2016)	.61	Orta	.24	.42	.86	1.90
ASLAN (2016)	.14	Önemsiz	.22	.13	.61	2.14
KARIŞAN VD. (2016)	1.27	Çok yüksek	.22	.76	1.44	2.15
GÖKBAYRAK (2017)	.67	Orta	.25	.46	1.05	2.15
AKÇAY (2018)	1.46	Mükemmel	.25	1.26	1.84	2.15
KÖSELER (2019)	.711	Orta	.23	.36	.96	2.19
NAZLI (2019)	109	Yüksek	.25	.77	1.18	2.00
BAYDERE VD. (2019)	1.30	Çok yüksek	.21	.76	1.44	2.15

BARUT (2020)	1.21	Çok yüksek	.21	.76	1.34	2.15
COŞTU (2021)	1.72	Mükemmel	.21	1.62	3.31	1.87
ÇİFTÇİ (2021)	.99	Yüksek	.22	.71	1.30	2.15
KIRIKTAŞ (2021)	.89	Yüksek	.22	.64	1.25	2.10
TOPLAM	.86	Yüksek	.13	.77	1.21	

Çalışmaların etki büyüklüğü dağılımları Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Çalışmaların Etki Büyüklüğü Yönlerinin Dağılımı

Etki Büyüklüğünün Yönü	Frekans (f)	Yüzde (%)
POZİTİF (+)	32	91.43
NEGATİF (-)	3	8.57
TOPLAM	35	100

Tablo 3'te yer alan veriler incelendiğinde 32 çalışmanın (%91.43) pozitif yönlü, 3 çalışmanın ise negatif yönde olduğu görülmektedir. Çalışmaların büyük bir kısmının yönünün pozitif olması bilimsel süreç becerileri lehine bir durumun ortaya çıktığını göstermektedir. Bilimsel süreç becerileri ile ilgili çalışmaların etki büyüklüğüne ait dağılımların gösterimi Tablo 4'te verilmiştir.

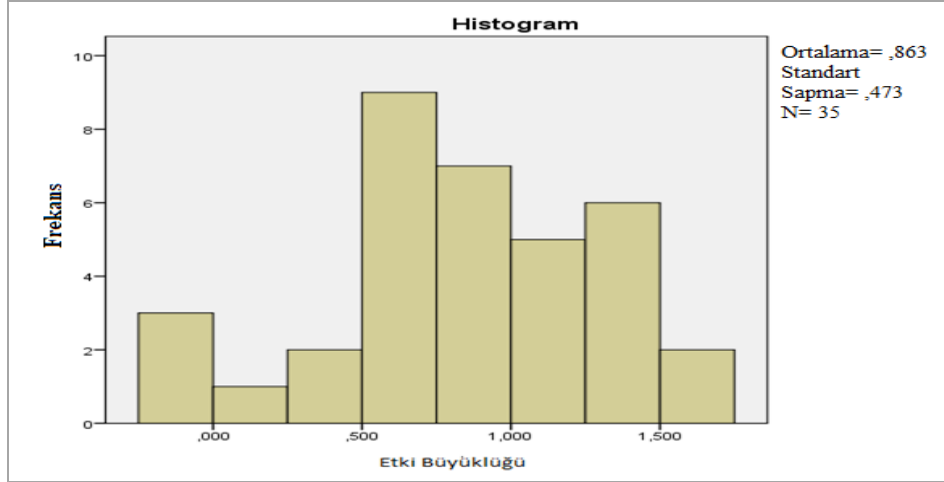
Tablo 4. Çalışmaların Etki Büyüklüğüne Göre Dağılımları

Etki Büyüklüğü	Frekans (f)	Yüzde (%)
ÖNEMSİZ	4	11.40
DÜŞÜK	1	2.90
ORTA	10	28.60
YÜKSEK	10	28.60
ÇOK YÜKSEK	6	17.10
MÜKEMMEL	4	11.40
TOPLAM	35	100

Tablo 4'te yer alan veriler incelendiğinde Thalheimer ve Cook'un (2002) yapmış olduğu sınıflandırmaya göre orta (%28.6) ve yüksek (%28.6) etkiye sahip 10'ar çalışmanın, çok yüksek etkiye sahip 6, önemsiz ve mükemmel etkiye sahip 4'er çalışmanın ve düşük etkiye sahip 1 çalışmanın olduğu görülmektedir. Bilimsel süreç

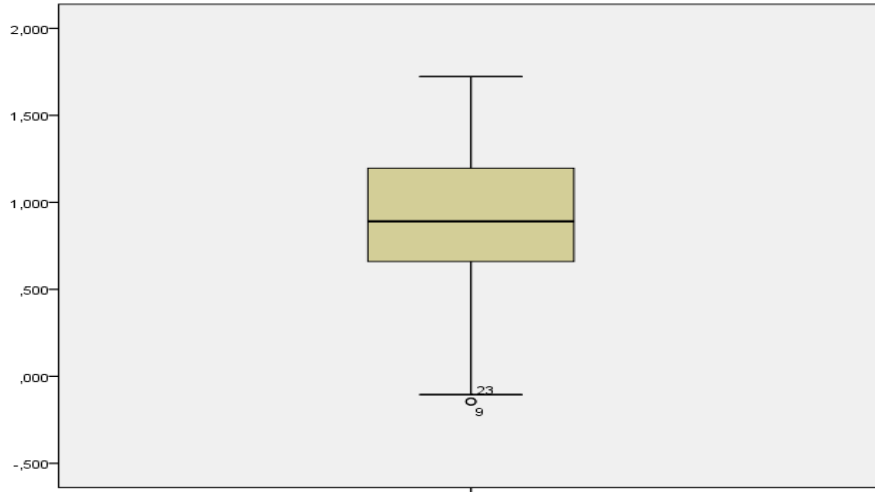
becerileri ile ilgili çalışmaların etki büyüklüğü gösteren histogram grafiği Şekil 2’de verilmiştir.

Şekil 2. Çalışmaların Etki Büyüklüğü Histogram Grafiği



Şekil 2’de verilen histogram grafiğinde en büyük etkinin .50-1.50 arasında yoğunlaştığı görülmektedir. Analize dâhil edilen 35 çalışmaya ait kutu grafiği Şekil 3’te verilmiştir.

Şekil 3. Çalışmaların Etki Büyüklüğü Kutu Grafiği



Çalışmaların etki büyüklüğüne ait kutu grafiğini açıklayan bazı istatistikî bilgiler Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Çalışmaların Etki Büyüklüğünü Gösteren Bulgular

	Etki Büyüklüğü
MEDYAN	.89
MİNİMUM DEĞER	-.14
MAKSİMUM DEĞER	1.72
AÇIKLIK	1.86
ÇEYREKLER ARALIĞI	.07
ÇARPIKLIK	
KATSAYISI	-.44

Tablo 5'te yer alan veriler incelendiğinde minimum değer (-.14) ile maksimum değer (1.72) arasındaki farkın yüksek olduğu görülmektedir. Çarpıklık -1 ile +1 arasında değer aldığı için etki büyüklüğünün normal dağılımdan sapma göstermediği belirtilebilir. Analizin çarpıklığı sağa doğru olup aşırı uç değerlere rastlanmamıştır. Bu doğrultuda çalışmada sabit etkiler veya rastgele etkiler modellerinden hangisinin kullanılacağına yönelik homojenlik/heterojenlik testi yapılmıştır. Homojenlik/heterojenlik testi sonuçları Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 6. Çalışmaların Homojenlik/Heterojenlik Testi Bulguları

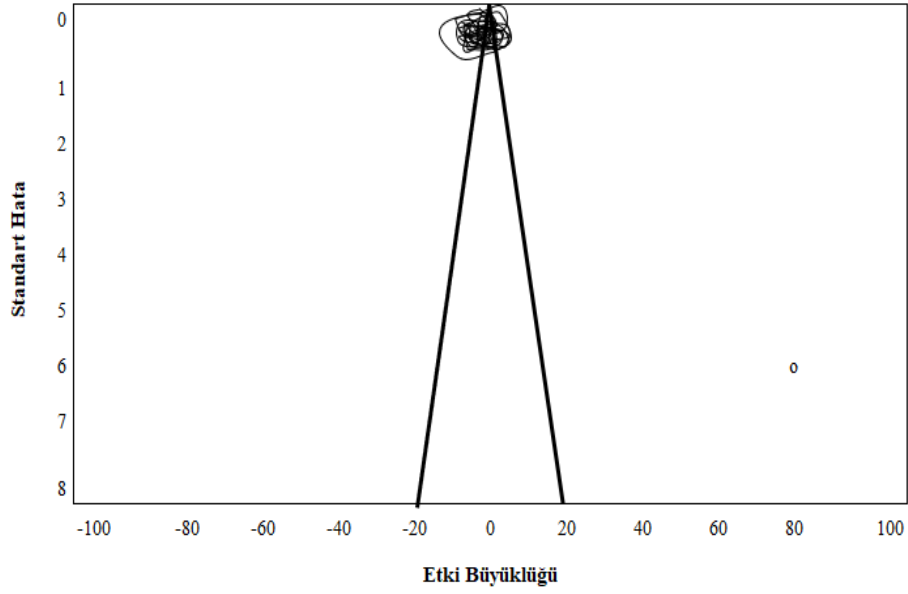
MODEL	Etki Büyüklüğü için Güven Aralığı %95				
	N	ES	SE	Alt sınır	Üst sınır
SABİT ETKİLER MODELİ	35	.57	.04	.51	.63
RASTGELE ETKİLER MODELİ	35	1.06	.12	.78	1.41
Qb= 547.58	df= 44	p=.00	I ² = 91.63	x ² = 72.27	

Tablo 6'da yer alan veriler incelendiğinde sabit etkiler modeline ait etki büyüklüğünün değerinin .51 olduğu ve bunun da orta düzey etkiye karşılık geldiği; rastgele etkiler modeline ait etki büyüklüğünün .78 olduğu ve bu değerinde yüksek etkiye karşılık geldiği görülmektedir. Ayrıca Qb= 547.58 ve p<.05 olması nedeniyle çalışmaların

heterojen bir yapıya sahip olduğu söylenebilir. Ulaşılan bilgiler, sonucun istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir. Bu etki ($ES= 1.06$), Thalheimer ve Cook'un (2002) sınıflandırmasına göre yüksek düzeyde ($.75-1.10$ arasında) bir etkidir.

Etki büyüklüğü değerinin yayın yanlılığından etkilenme durumunu belirleyebilmek için huni grafiğine başvurulmuş olup huni grafiği Şekil 4'te verilmiştir.

Şekil 4. Çalışmaların Huni Grafiği



Şekil 4'te yer alan huni grafiği incelendiğinde araştırmaya dâhil edilen çalışmaların etki büyüklüğünün tamamına yakının düşük düzeyde standart hataya sahip olduğu ve huninin tepe noktasında biriktikleri görülmektedir. Çalışmalar simetrik dağılmıştır. Buna rağmen yayın yanlılığından etkilenme durumu net olarak söylenememektedir. Bu nedenle daha nesnel bir değerlendirme yapabilmek için Rosenthal'ın önerdiği Korumalı N Sayısı Analizine başvurulmuştur. Veriler Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. Çalışmaların Korumalı N Sayısı Analizi Bulguları

Yanlılık Durumu	Aldığı Değer
Z DEĞERİ (GÖZLEMLENEN ÇALIŞMALAR İÇİN)	23.75
P DEĞERİ (GÖZLEMLENEN ÇALIŞMALAR İÇİN)	.00
ALFA	.05
YÖN	2
Z DEĞERİ (ALFA İÇİN)	1.85
GÖZLEMLENEN ÇALIŞMA SAYISI	35
KORUMALI N SAYISI (HATA KORUMA SAYISI)	7582

Rosenthal'ın Korumalı N Sayısı Analizi, meta-analize alınmamış olan çalışmalardan kaç tanesine daha gereksinim olduğunu göstermektedir. Bu yöntemde $1 < N/(5k+10)$ formülü kullanılmaktadır. Burada k, analize tabi tutulan çalışmaların sayısını, N ise hesaplanan hata koruma sayısını ifade eder (Mullen, Muellerleile ve Bryant, 2001). Bu oran, 1'den büyükse kanıtın yeterli görüldüğü ve meta-analizin sonuçlarının yayın yanlılığına karşı sağlam olduğu kabul edilir (Yıldırım, 2021).

Tablo 7'de yer alan bilgiler incelendiğinde p değeri .00 olarak hesaplanmıştır. Analize dahil edilen çalışma sayısı (k) 35 ve Korumalı N Sayısı 7582'dir. Bu durumda $7582/5 \times 35 + 10 = 7582/185 = 40.98$ ve $1 < 40.98$ olduğuna göre bu değer analiz sonuçlarının yayın yanlılığından etkilenmediğini göstermektedir. Başka bir ifadeyle $p > .05$ olabilmesi için analize dahil edilmiş olması gereken 7582 tane birincil araştırma ihmal edilmiş olmalıdır.

Fen Bilimlerinde Kullanılan Çeşitli Öğretim Yöntem ve Tekniklerin Öğretmen Adaylarının Bilimsel Süreç Becerilerini Etkileme Düzeyi

Çalışmaların, fen bilimlerinde kullanılan öğretim yöntem ve tekniklere göre frekans ve yüzde dağılımları Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8. Çalışmaların Öğretim Yöntemine Göre Dağılımları

Öğretim Yöntemi	Frekans (f)	Yüzde (%)
3E VE 5E ÖĞRETİM	1	2.90
5E ÖĞRETİM	2	5.70
7E ÖĞRETİM	1	2.90
AÇIK UÇLU DENEY	1	2.90
AKRAN ÖĞRETİMİ	1	2.90
ARAŞTIRMA-SORGULAMA	3	8.60
ARGÜMANTASYON TEMELLİ ÖĞRETİM	3	8.60
BAĞLAM TEMELLİ ÖĞRETİM	1	2.90
BİL-DÜŞÜN-TASARLA	1	2.90
BİLİMSEL SÜREÇ BECERİLERİ	1	2.90
FEN-TEKNOLOJİ-MÜHENDİSLİK-MATEMATİK	2	5.70
İŞBİRLİĞİNE DAYALI ÖĞRETİM	1	2.90
MÜHENDİSLİK TASARIM TEMELLİ ÖĞRETİM	1	2.90
PROBLEME DAYALI LABORATUVAR ÖĞRETİMİ	1	2.90
ROBOTİK FETEMM ÖĞRETİMİ	1	2.90
SORGULAMAYA DAYALI ÖĞRETİM	5	14.30
TAHMİN ET-AÇIKLA-GÖZLE-TARTIŞ-AÇIKLA	1	2.90
TAHMİN-GÖZLEM-AÇIKLAMA	4	11.40
YAPARAK YAZARAK ÖĞRETİM	1	2.90
YAPILANDIRMACI YAKLAŞIM	2	5.70
YARATICI VE ELEŞTİREL DÜŞÜNME ÖĞRETİMİ	1	2.90
TOPLAM	35	100

Tablo 8'deki veriler incelendiğinde, bilimsel süreç becerileri ile ilgili çalışmalarda öğretime dayalı çeşitli yöntem ve tekniğin kullanıldığı görülmektedir. Araştırmacıların en çok sorgulamaya dayalı öğretime (%14.3) başvurdukları görülmektedir. Tahmin-gözlem-açıklama ise başvurulan öğretim yöntemleri arasında ikinci sırada (%14.3) yer almaktadır. Üçüncü sırada araştırma-sorgulama (%8.6) ve argümantasyon temelli öğretim (%8.6) yer almaktadır. Fen-teknoloji-mühendislik-matematik (%5.7), 5E

öğretim (%5.7) ve yapılandırmacı yaklaşım (%5,7) dördüncü sırayı paylaşmaktadır. Diğer yöntem ve tekniklerin ise her biri %2.9 ile tabloda yerini almış bulunmaktadır.

Fen bilimlerinde kullanılan çeşitli öğretim yöntem ve tekniklerin öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerini etkileme düzeyi Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9. Öğretim Yöntemlerinin Öğretmen Adaylarının Bilimsel Süreç Becerilerini Etkileme Düzeyi

Çalışmalar	Etki Büyüklüğü	Etki Düzeyi	Çalışmada Kullanılan Öğretim Yöntem ve Teknikleri
KANLI (2007)	.37	Düşük	7E öğretim
KORAY VD. (2007)	1.17	Çok yüksek	Yaratıcı ve eleştirel düşünme
SEVİNÇ (2008)	.55	Orta	5E öğretim
BİLEN (2009)	-.10	Önemsiz	Tahmin-gözlem-açıklama
KARACA (2011)	1.47	Orta	Yaparak yazarak öğretim
SAVAŞ (2011)	.89	Yüksek	Akran öğretimi
TOPRAK (2011)	.85	Yüksek	3E ve 5E öğretim
RECEPOĞLU (2012)	.47	Orta	Açık uçlu deney
KESKİN (2012)	-.14	Önemsiz	Bil-düşün-tasarla
KARATEKİN (2012)	1.66	Mükemmel	Tahmin-gözlem-açıklama
ARI VD. (2012)	.70	Orta	Yapılandırmacı yaklaşım
BOZKURT (2012)	1.31	Çok yüksek	Araştırma-sorgulama
UZUN (2013)	.65	Orta	Bağlam temelli öğretim
ARSLAN (2013)	1.09	Yüksek	Araştırma-sorgulama
YURDATAPAN (2013)	1.01	Yüksek	Probleme dayalı laboratuvar öğretimi
KIRILMAZKAYA (2014)	.95	Yüksek	Araştırma-sorgulama
BOZKURT (2014)	.85	Yüksek	Mühendislik tasarım temelli öğretim
AÇIŞLI (2014)	.67	Orta	5E öğretim
GEZER (2014)	1.39	Çok yüksek	Sorgulamaya dayalı öğretim
GÜNEY (2015)	.74	Orta	Sorgulamaya dayalı öğretim
ÇETİN (2015)	.92	Yüksek	İşbirliğine dayalı öğretim
ŞİMŞİR (2016)	.71	Orta	Yapılandırmacı yaklaşım
KARAPINAR (2016)	-.14	Önemsiz	Sorgulamaya dayalı öğretim
GÜNGÖR (2016)	.61	Orta	Tahmin-gözlem-açıklama
ASLAN (2016)	.14	Önemsiz	Argümantasyon temelli öğretim
KARIŞAN VD. (2016)	1.27	Çok yüksek	Sorgulamaya dayalı öğretim
GÖKBAYRAK (2017)	.67	Orta	Fen-teknoloji-mühendislik-matematik
AKÇAY (2018)	1.46	Mükemmel	Robotik FeTeMM öğretimi
KÖSELER (2019)	.71	Orta	Argümantasyon temelli öğretim

NAZLI (2019)	1.09	Yüksek	Argümantasyon temelli öğretim
BAYDERE VD. (2019)	1.30	Çok yüksek	Bilimsel süreç becerileri
BARUT (2020)	1.21	Çok yüksek	Tahmin-gözlem-açıklama
COŞTU (2021)	1.72	Mükemmel	Tahmin et-açıkla-gözle-tartış-açıkla
ÇİFTÇİ (2021)	9.94	Yüksek	Fen-teknoloji-mühendislik-matematik
KIRIKTAŞ VD. (2021)	.89	Yüksek	Sorgulamaya dayalı öğretim

Fen bilimlerinde kullanılan çeşitli öğretim yöntem ve tekniklerin öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerini etkileme düzeyi dağılımları Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10. Öğretim Yöntem ve Tekniklerin Öğretmen Adaylarının Bilimsel Süreç Becerilerini Etkileme Düzeyine Göre Dağılımları

Etki Büyüklüğü Düzeyi	Frekans (f)	Öğretim Yöntem ve Teknikleri	Çalışma Sayısı
ÖNEMSİZ	4	Tahmin-gözlem-açıklama	1
		Bil-düşün-tasarla	1
		Sorgulamaya dayalı öğretim	1
		Argümantasyon temelli öğretim	1
DÜŞÜK	1	7E öğretim	1
		5E öğretim	2
ORTA	11	Yaparak yazarak öğretim	1
		Açık uçlu deney	1
		Yapılandırmacı yaklaşım	2
		Bağlam temelli öğretim	1
		Sorgulamaya dayalı öğretim	1
		Tahmin-gözlem-açıklama	1
		Fen-teknoloji-mühendislik-matematik	1
		Argümantasyon temelli öğretim	1
		YÜKSEK	10
Akran öğretimi	1		
Araştırma-sorgulama	2		
Argümantasyon temelli öğretim	1		
Fen-teknoloji-mühendislik-matematik	1		
İşbirliğine dayalı öğretim	1		
Mühendislik tasarım temelli öğretim	1		
Probleme dayalı laboratuvar	1		
Sorgulamaya dayalı öğretim	1		
ÇOK YÜKSEK	6	Yaratıcı ve eleştirel düşünme	1
		Araştırma-sorgulama	1
		Sorgulamaya dayalı öğretim	2

		Bilimsel süreç becerileri	1
		Tahmin-gözlem-açıklama	1
MÜKEMMEL	4	Tahmin-gözlem-açıklama	1
		Robotik FeTeMM öğretimi	1
		Tahmin et-açıkla-gözle-tartış-açıkla	1
		TOPLAM	35

Tablo 10'da yer alan veriler incelendiğinde Thalheimer ve Cook'un (2002) yapmış olduğu sınıflandırmaya göre orta ve yüksek etkiye sahip 10'ar çalışmanın, çok yüksek etkiye sahip 6, önemsiz ve mükemmel etkiye sahip 4'er çalışmanın ve düşük etkiye sahip 1 çalışmanın olduğu görülmektedir. Bazı yöntem ve tekniklerin birden çok düzeyde yer aldığı görülmektedir.

Önemsiz düzeyde etkili olan öğretim yöntem ve teknikleri: Tahmin-gözlem-açıklama, bil-düşün-tasarla, sorgulamaya dayalı öğretim, argümantasyon temelli öğretim. Düşük düzeyde etkili olan öğretim yöntem ve teknikleri: 7E öğretim. Orta düzeyde etkili olan öğretim yöntem ve teknikleri: 5E öğretim, yaparak yazarak öğretim, açık uçlu deney, yapılandırmacı yaklaşım, bağlam temelli öğretim, sorgulamaya dayalı öğretim, tahmin-gözlem-açıklama, fen-teknoloji-mühendislik-matematik, argümantasyon temelli öğretim. Yüksek düzeyde etkili olan öğretim yöntem ve teknikleri: Akran öğretimi, 3E ve 5E öğretim, araştırma-sorgulama, probleme dayalı laboratuvar, mühendislik tasarım temelli öğretim, iş birliğine dayalı öğretim, argümantasyon temelli öğretim, fen-teknoloji-mühendislik-matematik, sorgulamaya dayalı öğretim. Çok yüksek düzeyde etkili olan öğretim yöntem ve teknikleri: Yaratıcı ve eleştirel düşünme, araştırma-sorgulama, sorgulamaya dayalı öğretim, bilimsel süreç becerileri, tahmin-gözlem-açıklama. Mükemmel düzeyde etkili olan öğretim yöntem ve teknikleri: Tahmin-gözlem-açıklama, robotik FeTeMM öğretimi, tahmin et-açıkla-gözle-tartış-açıkla.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Fen bilimlerinde kullanılan çeşitli öğretim yöntem ve tekniklerin öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkilerini araştıran çalışmaların meta-analizinin yapıldığı bu çalışmada toplam 35 (yüksek lisans 18, doktora 7 ve makale 10) çalışmaya yer verilmiştir. Doktora öğrenimine devam edenlerin niceliksel olarak yüksek lisans

öğrenimi yapanlardan daha az olduğu düşünüldüğünde bu sonuç, beklenen bir sonuç olarak yorumlanabilir. Yapılan meta-analizde; çalışmaların büyük bir çoğunluğunun (%91.43) pozitif yönlü olduğu, çalışmanın yanlılığının bulunmadığı, araştırmaya dâhil olan çalışmaların heterojen bir yapıya sahip olduğu ve rastgele etkiler modeline ait etki büyüklüğünü gösterdiği bulgulanmıştır. Çalışmanın genel etki büyüklüğünün, yüksek düzeyde olduğu tespit edilmiştir (Qb= 547.58; ES= 1.06). Bu bilgiler, sonucun istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir (p<.05). Bu nedenle bu meta-analiz çalışmasında, fen bilimlerinde kullanılan çeşitli öğretim yöntem ve tekniklerin öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerini olumlu yönde etkilediği söylenebilir.

Araştırmadan elde edilen bulgulara göre öğretmen adayları çalışmalarında en çok sorgulamaya dayalı öğretime, ikinci sırada tahmin-gözlem-açıklamaya ve üçüncü olarak araştırma-sorgulama ve argümantasyon temelli öğretime başvurmaktadırlar. Meta-analiz sonuçlarına göre öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerileri üzerinde tahmin-gözlem-açıklama, bil-düşün-tasarla, sorgulamaya dayalı öğretim ve argümantasyon temelli öğretim “önemsiz düzeyde” etkili olmakta; 7E öğretim “düşük düzeyde” etkili olmakta; 5E öğretim, yaparak yazarak öğretim, açık uçlu deney, yapılandırmacı yaklaşım, bağlam temelli öğretim, sorgulamaya dayalı öğretim, tahmin-gözlem-açıklama, fen-teknoloji-mühendislik-matematik ve argümantasyon temelli öğretim “orta düzeyde” etkili olmakta; akran öğretimi, 3E ve 5E öğretim, araştırma-sorgulama, probleme dayalı laboratuvar, mühendislik tasarım temelli öğretim, iş birliğine dayalı öğretim, argümantasyon temelli öğretim, fen-teknoloji-mühendislik-matematik, sorgulamaya dayalı öğretim “yüksek düzeyde” etkili olmakta; yaratıcı ve eleştirel düşünme, araştırma-sorgulama, sorgulamaya dayalı öğretim, bilimsel süreç becerileri, tahmin-gözlem-açıklama “çok yüksek düzeyde” etkili olmakta; tahmin-gözlem-açıklama, robotik FeTeMM öğretimi, tahmin et-açıkla-gözle-tartış-açıkla ise “mükemmel düzeyde” etkili olmaktadır. Bazı yöntem ve tekniklerin birden çok düzeyde yer aldığı görülmektedir. Bu durum araştırmaya dâhil edilen çalışmalara göre değişmektedir. Araştırmaların farklı sonuçlara ulaşabileceği göz önüne alındığında bu durumun beklenen bir sonuç olabileceği, başka bir ifadeyle araştırmaların deseni,

çalışma grupları, katılımcı sayıları ve çalışma yılları gibi faktörlerin doğal olarak araştırmaların sonuçlarını etkilediği düşünülmektedir.

Benzer şekilde Sevinç (2008), 5E öğretim ile öğrenim yapan öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin yüksek olduğu; Savaş (2011) ise sonuç çıkarma, model oluşturma ve karar verme becerilerinde öğretmen adaylarının yüksek etki elde ettikleri sonucuna varmıştır. Furtak ve arkadaşları (2012) çalışmalarında, epistemik ve sosyal aktivitelerin kombinasyonunu karşılaştıran çalışmaların en yüksek ortalama etki düzeyine sahip olduğunu belirlemişlerdir. Çetin (2015), iş birliğine dayalı yöntemle yapılan fizik deneylerinin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinde anlamlı bir artışa yol açtığını ve etki büyüklüğünün yüksek olduğunu ortaya çıkarmıştır. Saraç (2018), bilim-teknoji-mühendislik-matematik eğitimi uygulamalarının bilimsel süreç becerileri üzerinde büyük düzeyde etkili olduğunu saptamıştır. Mukagihana ve arkadaşları (2022), işbirlikçi öğrenme ve argüman odaklı sorgulamaya dayalı laboratuvar yönteminin bilimsel süreç becerileri üzerinde çok büyük bir etkiye sahip olduğu; sosyo-bilimsel konulara dayalı öğretimin ve eleştirel düşünmenin büyük etkiye sahip olduğunu; bilgisayar destekli öğretim, probleme dayalı öğretim ve problem çözme öğretiminin ise orta düzeyde etkiye sahip olduğunu belirlemişlerdir. Mwangi ve Sibanda (2017) ise 5E öğretimin biyoloji öğretiminde yüksek etkiye sahip olduğunu bulmuşlardır.

Kanlı (2007), 7E öğretimin; Bilen (2009), tahmin-gözlem-açıklamanın; Arı ve Bayram (2012) yapılandırmacı yaklaşımın; Bozkurt (2012), araştırmaya dayalı öğretimin; Karatekin (2012), biyoloji laboratuvarında tahmin-gözlem-açıklamanın; Recepoğlu (2012), açık uçlu deneyin; Yurdatan (2013), probleme dayalı laboratuvar öğretiminin; Açışlı (2014), 5E öğrenmenin; Gezer (2014), yansıtıcı sorgulamanın; Aslan (2016), argümantasyona dayalı laboratuvar öğretiminin fen bilgileri eğitiminde öğrencilerin bilimsel süreç becerileri performanslarını arttığını rapor etmişlerdir. Koray ve arkadaşları (2007), eleştirel düşünme temelli laboratuvarın; Keskin (2012), bil-düşün-tasarla öğretimin; Arslan (2013), araştırma-sorgulamanın; Uzun (2013), bağlam temelli öğretimin; Bozkurt (2014), karar verme ve mühendislik tasarım temelli fen öğretiminin; Kırılmazkaya (2014), web tabanlı araştırma-sorgulamaya dayalı fen öğretiminin; Güngör (2016), tahmin-gözlem-açıklama yöntemi ile yürütülen laboratuvar öğretiminin;

Karapınar (2016), sorgulamaya dayalı öğretim ortamlarının; Karışan, Bilican ve Şenler (2016), yansıtıcı sorgulamaya dayalı fen laboratuvar öğretiminin; Akçay (2018), robotik FeTeMM çalışmalarının; Ünal (2018), araştırma-sorgulamanın; Baydere ve Çakır (2019), fen laboratuvarı etkinliklerinin; Kösel (2019), argümantasyon temelli laboratuvar öğretiminin; Barut (2020), kavram ağı destekli tahmin-gözlem-açıklamanın; Coştu (2021), laboratuvar öğretiminin; Kırıkaş ve Kesercioğlu (2021), sorgulama tabanlı fen öğretiminin öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerini olumlu yönde etkilediğini tespit etmişlerdir. Wola ve arkadaşları (2023) ise fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerinde uzmanlaşmaları için laboratuvar öğretiminin gerektiği bilgisine ulaşmışlardır.

Chibabi ve arkadaşları (2018), laboratuvar yöntemi, bilgisayar temelli yaklaşım, kavram haritalama ve işbirlikçi öğretim gibi öğrenci merkezli öğretimin öğrencileri öğretme ve öğrenme sürecine aktif olarak dahil ettiğini belirtmişlerdir. Karami ve arkadaşları (2012), geleneksel yöntemlere göre yenilikçi öğretim yöntemlerinin öğrencilerin entelektüel becerilerini geliştirmeye yönelik içsel motivasyonlarını teşvik ettiğini, öğrenme keyfini artırdığını ve öğrencilerin eleştirel düşüncelerini geliştirdiğini; Nugent ve arkadaşları (2008) sorgulamaya dayalı öğretimin, öğrencilerin öğrenme sürecine aktif katılımını teşvik eden ve fen bilimleri anlayışlarını geliştiren bir öğretim yöntemi olduğunu; Çimer (2007) sorgulamaya dayalı öğretimin, öğrencilerin psikomotor ve entelektüel beceriler gibi çok çeşitli becerileri keşfetmelerine ve kazanmalarına yardımcı olduğunu bulmuşlardır.

Bu sonuçların aksini gösteren çalışmalar da bulunmaktadır. Gezer'in (2014) çalışmasında, yansıtıcı sorgulama yaklaşımı öğretmen adaylarının biyoloji laboratuvarı etkinlikleri üzerinde bir değişiklik meydana getirmemiştir. Güngör'ün (2016) çalışmasında, tahmin-gözlem-açıklama yöntemini fen bilgisi öğretmen adayları zorlayıcı ve zaman alıcı bir yöntem olarak değerlendirmişlerdir. Ünal'ın (2018) çalışmasında, sosyal ağ desteği öğrencilerin çalışmalarında pozitif etki oluştursa da bilimsel süreç becerilerine yönelik algıları üzerinde anlamlı bir değişime yol açmadığı ortaya çıkmıştır. Nazlı (2019) çalışmasında, en zorlanılan argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımı bileşenlerinin kanıt, iddia ve yansıtma olduğu sonucuna varırken;

argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımının öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerine anlamlı düzeyde bir etkisinin olmadığı sonucuna ulaşmıştır. Saputro ve arkadaşları (2019), öğretmen adaylarının eleştirel düşünme ve bilimsel süreç becerilerini geliştirmek için araştırmaya dayalı laboratuvar öğretimini araştırmışlar ve sonuçta eleştirel düşünme ve bilimsel süreç becerileri etkili birer yöntem olarak kabul edilse de bu iki becerinin kazanımının hala düşük olduğu gerçeğine ulaşmışlardır.

Sonuç olarak fen bilimlerinde kullanılan çeşitli öğretim yöntem ve tekniklerin öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerileri üzerinde olumlu etkiye sahip olduğu söylenebilir.

ÖNERİLER

Araştırmada, fen bilimlerinde kullanılan çeşitli öğretim yöntem ve tekniklerin öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerini olumlu yönde etkilediği ve etki büyüklüğünün yüksek olduğu görülmüştür. Bu sonuçtan hareketle eğitimcilere, fen bilimlerine yönelik eğitim-öğretim faaliyetlerinde ve laboratuvar etkinliklerinde farklı öğretim yöntem ve tekniklerden yararlanmaları önerilmektedir.

Fen bilimlerinde bilimsel süreç becerilerine daha fazla yer verilmesi alana ve laboratuvar çalışmalarına katkı sağlayabilir. Bilimsel süreç becerilerinin çalışmalarda etkin kullanılmasının öğrencilerin, akademik başarılarını olumlu yönde etkileyeceği ve fen bilimlerine yönelik olası olumsuz tutumları ise olumlu yöne çevireceği düşünülmektedir.

Geleceğin eğitimcileri olan öğretmen adayları, bir toplumun geleceğini şekillendireceği için eğitim politika ve programlarının bilimsel süreç becerilerini kazanmaya yönelik hazırlanması ve uygulanması ve bu doğrultuda gerekli kaynakların sağlanması gerekmektedir. Çalışmanın sonuçları, geleneksel yaklaşıma dayalı fen bilimleri çalışmalarının yeterli olmadığını ve bilimsel süreç becerilerine dayalı çalışmaların öğretmen adayları için yararlar getireceğini ortaya koymuştur. Fen bilgisi müfredatının bu yaklaşıma göre oluşturulması ve düzenlenmesi önerilmektedir.

Araştırma, 2007 ve 2021 yılları dahil bu yıllar arasında yayımlanan ve dili Türkçe olan çalışmalar (yüksek lisans tezleri, doktora tezleri ve makaleler) ile sınırlıdır. Yapılacak

meta-analiz çalışmalarına, Türkiye’de yürütülmüş olmasına rağmen İngilizce dilinde yayınlanmış çalışmalar ile yurt dışında yapılmış olan çalışmalar da dâhil edilebilir. Böylece çalışmaların alanı genişletilerek karşılaştırmalı sonuçlar elde edilebilir.

Bu çalışmanın örneklem grubu, öğretmen adaylarından oluşmuştur. Farklı örneklem gruplarına yönelik daha kapsamlı çalışmalar yapılabilir. Ayrıca çalışma, üniversite öncesi eğitim-öğretim kurumlarında öğrenim gören öğrencilere yönelik olarak genişletilebilir.

Araştırmanın karakteristikleri; çalışma yılı, çalışma türü, çalışma deseni, çalışma grubu, örneklem büyüklüğü ve öğretim yöntemi ile sınırlıdır. İleriki çalışmalarda farklı karakteristikler dâhil edilebilir.

KAYNAKLAR

- Açışlı, S. (2014). Genel fizik laboratuvar uygulamalarında 5E öğrenme modeline göre geliştirilen materyallerin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine ve akademik başarılarına etkisinin incelenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33(2), 628-641.
- Akçay, S. (2018). *Robotik FeTeMM uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının akademik başarı, bilimsel süreç becerileri ve motivasyon üzerine etkileri* (Yüksek lisans tezi). Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
- Akçıl, M. (1995). *Ortalamalar arası etki genişliklerinin meta-analizi* (Yüksek lisans tezi). Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Akkaya, M. (2019). *Araştırma sorgulamaya dayalı öğretimin bilimsel süreç becerilerine etkisi: Ulusal düzeyde bir meta analiz çalışması* (Yüksek lisans tezi). Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ağrı.
- Arı, E., & Bayram, H. (2012). Yapılandırmacı yaklaşıma dayalı kimya laboratuvar uygulamalarının öğrencilerin başarısına, bilimsel süreç becerilerine ve laboratuvar performanslarına etkisi. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 3(6), 1-18.
- Arslan, A. (2013). *Araştırma-sorgulama ve model tabanlı araştırma-sorgulama ortamlarında öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerinin ve kavramsal değişim süreçlerinin incelenmesi* (Yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Aslan, S. (2016). Argümantasyona dayalı laboratuvar uygulamaları: bilimsel süreç becerilerine ve laboratuvar dersine yönelik tutuma etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31(4), 762-777.
- Barut, D. B. (2020). *Kavram ağlarıyla desteklenmiş TGA etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının laboratuvar tutumlarına, kaygılarına ve bilimsel süreç becerilerine etkisi* (Yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Baydere, F. K., & Çakır, Ç. Ş. (2019). Bilimsel süreç becerilerine dayalı laboratuvar uygulamalarının öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerileri öz yeterliliklerine etkisi. *Online Fen Eğitimi Dergisi*, 4(2), 117-130.
- Bilen, K. (2009). *Tahmin et-gözle-açıkla yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının öğretmen adaylarının kavramsal başarılarına, bilimsel süreç becerilerine, tutumlarına ve bilimin doğası hakkındaki görüşlerine etkisi* (Doktora tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- Bozkurt, E. (2014). *Mühendislik tasarım temelli fen eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının karar verme becerisi, bilimsel süreç becerileri ve sürece yönelik algılarına etkisi* (Doktora tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Bozkurt, O. (2012). Fen eğitiminde araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımının öğrencilerin akademik başarılarına ve bilimsel süreç becerilerine etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(18), 187-200.
- Chibabi, A. A., Umoru, S. E., Onah, D. O., & Itodo, E. E. (2018). Effect of laboratory method on students' achievement and retention in senior secondary schools biology In Kogi East Senatorial Zone. *Journal of Research and Method in Education*, 8(6), 31–39.
- Coştu, F. (2021). *Tahmin et-açıkla-gözle-tartış-açıkla destekli laboratuvar etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının başarılarına, kavramsal anlamalarına ve bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi* (Doktora tezi). Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Çavaş, B., & Çavaş, P. H. (2014). Fen bilimleri öğretiminde öğrenme-öğretme süreci. Ş. S. Anagün ve N. Duban (Ed.), *Fen Bilimleri Öğretimi* (ss. 163-192) içinde. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Çetin, A. (2015). İşbirliğine dayalı öğrenme yöntemine göre planlanan fizik deneylerinin öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerine ve fizik tutumlarına etkisi. *Siirt Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5, 133-145.
- Çimer, A. (2007). Effective teaching in science: A review of literature. *Journal of Turkish Science Education*, 4(1), 20–44.
- Dinçer, S. (2014). *Eğitim bilimlerinde uygulamalı meta analiz*, Ankara: Pegem Akademi.
- Durlak, J. A. (2003). Basic principles of meta-analysis. In M. C. Roberts, and S. S. Ilardi (Eds.), *Handbook of Research Methods in Clinical Psychology* (pp. 196-209). Malden, MA: Blackwell.
- Eisend, M., & Tarrahi, F. (2016). The effectiveness of advertising: A meta-analysis of advertising inputs and outcomes. *Journal of Advertising*, 45(4), 519–531.
- Fu, R., Gartlehner, G., Grant, M., Shamliyan, T., Sedrakyan, A., Wilt, T. J., Griffith, L., Oremus, M., Raina, P., Ismaila, A., Santaguida, P., Lau, J., & Trikalinos, T. A. (2010). Conducting Quantitative Synthesis When Comparing Medical Interventions: AHRQ and the Effective Health Care Program. In *Methods Guide for Effectiveness and Comparative Effectiveness Reviews*. Agency for Healthcare Research and Quality (US).

- Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H., & Briggs, D. C. (2012). Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 82(3), 300-329.
- Gezer, S. U. (2014). *Yansıtıcı sorgulamaya dayalı genel biyoloji laboratuvarı etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının laboratuvar kullanımı öz yeterlik algıları, eleştirel düşünme eğilimleri ve bilimsel süreç becerileri üzerine etkisi* (Doktora tezi). Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Güngör, S. N. (2016). *Fen bilgisi öğretmen adaylarına tahmin-gözlem-açıklama (TGA) yöntemiyle biyolojik konu ve kavramların öğretiminin başarı, kalıcılık ve bilimsel süreç becerilerine etkisi* (Doktora tezi). Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Hak, T., Rhee, H. J., & Suurmond, R. (2016). *How to interpret results of meta-analysis*. (Version 1.3) Rotterdam, The Netherlands: Erasmus Rotterdam Institute of Management.
- Harlen, W. (1999). Purposes and procedures for assessing science process skills. *Assessment in Education: Principles, Policy and Practice*, 6(1), 129–144.
- Harlen, W. (2000). Teaching, learning and assessing science process skills. *Assessment in Education*, 6(1), 129-144.
- Hernawati, D., Amin, M., Irawati, M., Indriwati, S., & Aziz, M. (2018). Integration of project activity to enhance the scientific process skill and self-efficacy in zoology of vertebrate teaching and learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(6), 2475–2485.
- Irwanto, I., Saputro, A. D., Rohaeti, E., & Prodjosantoso, A. K. (2018). Promoting critical thinking and problem solving skills of preservice elementary teachers through process-oriented guided-inquiry learning (POGIL). *International Journal of Instruction*, 11(4), 777-794.
- Juhji, J., & Nuangchalem, P. (2020). Interaction between scientific attitudes and science process skills toward technological pedagogical content knowledge. *Journal for The Education of Gifted Young Scientists*, 8(1), 1-16.
- Kanlı, U. (2007). *7E modeli merkezli laboratuvar yaklaşımı ile doğrulama laboratuvar yaklaşımlarının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin gelişimine ve kavramsal başarılarına etkisi* (Doktora tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Karami, M., Pakmehr, H., & Aghili, A. (2012). Another view to importance of teaching methods in curriculum: Collaborative learning and students' critical thinking disposition. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 46, 3266–3270.
- Karapınar, A. (2016). *Sorgulamaya dayalı öğrenme ortamının öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerileri, sorgulama becerileri ve bilimsel düşünme yetenekleri*

- üzerindeki etkisi (Yüksek lisans tezi). Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.
- Karatekin, P. (2012). *Fen ve Teknoloji öğretmen adaylarının biyoloji laboratuvarlarında TGA tekniğinin öğrencilerin başarı, tutum ve bilimsel süreç becerileri üzerine etkisi* (Yüksek lisans tezi). Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.
- Karışan, D., Bilican, K., & Şenler, B. (2016). Yansıtıcı Sorgulamaya Dayalı Laboratuvar Etkinliklerinin Sınıf Öğretmen Adaylarının Bilimsel Süreç Becerilerine Etkisinin İncelenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(1), 123-146.
- Karlı, F., Yaman, F., & Ayas, A. (2010). Prospective chemistry teachers' competency of evaluation of chemical experiments in terms of science process skills. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 778-781.
- Keskin, F. (2023). *Laboratuvar etkinliklerinde kullanılan farklı öğretim yöntem ve tekniklerin öğretmen adaylarının akademik başarı ve bilimsel süreç becerilerinin gelişimine olan etkileri: Bir meta-analiz çalışması* (Yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Keskin, G. (2012). *Mikro yaşam tasarımı: Mikroorganizmalarla ilgili deney tasarımlarının öğretmen adaylarının yaratıcılıkları, akademik başarıları ve bilimsel süreç becerileri üzerine etkileri* (Yüksek lisans tezi). Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
- Kestel, M. (2022). *Eleştirel düşünme becerisi: Bir meta analiz çalışması* (Doktora tezi). Necmettin Erbakan Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Kılıç, G. B. (2003). Üçüncü Uluslararası Matematik ve Fen Araştırması (TIMSS): Fen öğretimi, bilimsel araştırma ve bilimin doğası. *İlköğretim Online*, 2(1), 42-51.
- Kırıktaş, H., & Kesercioğlu, T. (2021). Sorgulama tabanlı fen öğretiminin öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerine, akademik başarılarına ve laboratuvara yönelik tutumlarına etkisi. *Academia Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 6(1), 78-92.
- Kırılmazkaya, G. (2014). *Web tabanlı araştırma-sorgulamaya dayalı fen öğretiminin öğretmen adaylarının kavram öğrenmeleri ve bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesi üzerine etkisi* (Doktora tezi). Fırat Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Kıyıcı, G. (2022). *Fen eğitiminde hesaplamalı düşünme araştırmalarının incelenmesi: Bir meta-analiz çalışması* (Doktora tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kocakulah, A., & Savaş, E. (2013). Akran öğretimi destekli bilimsel süreç becerileri laboratuvar yaklaşımının öğretmen adaylarının bazı bilimsel süreç becerilerine

- etkisi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, 7(2), 46-77.
- Koray, Ö., Köksal, M. S., Özdemir, M., & Presley, A. İ. (2007). Yaratıcı ve eleştirel düşünme temelli fen laboratuvarı uygulamalarının akademik başarı ve bilimsel süreç becerileri üzerine etkisi. *İlköğretim Online*, 6(3), 377-389.
- Köseler, C. (2019). *Argümantasyon temelli laboratuvar uygulamalarının sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel süreç becerileri, bilimin doğasına yönelik görüşleri ve bilimsel epistemolojik inançları üzerine etkisi* (Yüksek lisans tezi). Gaziosmanpaşa Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Krueain, N., & Thongperm, O. (2014). Teaching of science process skills in Thai contexts: Status, supports and obstacles. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 141, 1324–1329.
- Kuhn, D. (1993). Science as an argument: Implications for teaching and learning scientific thinking. *Science Education*, 77(3), 319-337.
- Kurşun, A. T. (2019). *Okul kültürünün incelenmesi: Bir meta analiz çalışması* (Doktora tezi). Necmettin Erbakan Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Lee, A. T., Hairston, R. V., Thames, R., Lawrence, T., & Herron, D. S. (2002). Using a computer simulation to teach science process skills to college biology and elementary majors. *Computer Simulations Bioscience*, 28(4), 35-42.
- Leite, L., & Dourado, L. (2013). Laboratory activities, science education and problem-solving skills. *procedia. Social and Behavioral Sciences*, 106, 1677–1686.
- Martin, R. E., Sexton, C., Franklin, T., & McElroy, D. (2001). *Teaching science for all children* (3rd ed.). Massachusetts: Allyn and Bacon.
- Mukagihana, J., Nsanganwimana, F., & Aurah, C. M. (2022). Effect of instructional methods on pre-service science teachers learning outcomes: A meta-analysis. *Education and Information Technologies*, 27(2), 2137-2163.
- Mullen, B., Muellerleile, P., & Bryant, B. (2001). Cumulative meta-analysis: A consideration of indicators of sufficiency and stability. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 27(11), 1450–1462.
- Mwangu, E. C., & Sibanda, L. (2017). Teaching biology practical lessons in secondary schools: A case study of five Mzilikazi District Secondary Schools in Bulawayo Metropolitan Province, Zimbabwe. *Academic Journal of Interdisciplinary Studies*, 6(3), 1–9.
- Nazlı, C. (2019). *Argümantasyon tabanlı bilim öğrenme (ATBÖ) rapor formatına göre raporlaştırmanın bilimsel süreç becerisine, sorgulama becerisine ve yazılı argüman kalitesine etkisi* (Yüksek lisans tezi). Yozgat Bozok Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yozgat.

- Nozari, A. Y., & Siamian, H. (2014). The effects of problem-solving teaching on creative thinking among district 2 high school students in Sari City. *Materia Socio Medica*, 26(6), 360-363.
- Nugent, G., Kunz, G., Levy, R., Harwood, D., & Carlson, D. (2008). The Impact of a field-based, inquiry-focused model of instruction on preservice teachers. *Electronic Journal of Science Education*, 12(2), 1-18.
- Özcan, G. (2007). *Problem çözme yönteminin eleştirel düşünme ve erişkiye etkisi* (Doktora tezi). Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bolu.
- Özreçberoglu, N., & Çağanağa, Ç. K. (2018). Making it count: Strategies for improving problem-solving skills in mathematics for students and teachers' classroom management. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(4), 1253–1261.
- Pincus, T., Miles, C., Froud, R., Underwood, M., Carnes, D., & Taylor, S. J. (2011). Methodological criteria for the assessment of moderators in systematic reviews of randomised controlled trials: A consensus study. *BMC Medical Research Methodology*, 11, 1-14.
- Rauf, R. A. A., Rasul, M. S., Mans, A. N., Othman, Z., & Lynd, N. (2013). Incultation of science process skills in a science classroom. *Asian Social Science*, 9(8), 1911-2017.
- Recepoğlu, B. (2012). *Açık uçlu deney tekniğinin bilimsel süreç becerileri, akademik başarı ve biyolojiye yönelik tutum üzerine etkisi* (Yüksek lisans tezi). Onsekiz Mart Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- Restami, M. P., Suma, K., & Pujani, M. (2013). Pengaruh Model Pembelajaran POE (predict-observe-explaint) terhadap pemahaman konsep fisika dan sikap ilmiah ditinjau dari gaya belajar siswa. *Jurnal Pendidikan IPA Ganesha*, 3(1), 1–11.
- Sağlam, M., & Yüksel, İ. (2007). Program değerlendirmede meta-analiz ve meta değerlendirme yöntemleri. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimleri Dergisi*, 18, 175-188.
- Saputro, A. D., Irwanto, I., Atun, S., & Wilujeng, I. (2019). The impact of problem solving instruction on academic achievement and science process skills among prospective elementary teachers. *Elementary Education Online*, 18(2), 496-507.
- Saraç, H. (2018). The effect of science, technology, engineering and mathematics-STEM educational practices on students' learning outcomes: A meta-analysis study. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 17(2), 125-142.

- Sarıgöl, J. (2022). *Fen öğretiminde analogi kullanımının akademik başarı ve fen dersine yönelik tutuma etkisi: bir meta analiz çalışması* (Doktora tezi). Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu.
- Savaş, E. (2011). *Akran öğretimi destekli bilimsel süreç becerileri laboratuvar yaklaşımının öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerine etkisi* (Yüksek lisans tezi). Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Senem, B. Y. (2013). *Content analysis of 9th grade physics curriculum, textbook, lessons with respect to science process skills* (Unpublished doctoral thesis). The Middle East Technical University Department of Secondary Science and Mathematics Education, Ankara.
- Seung, E., Choi, A., & Pestel, B. (2016). University students' understanding of chemistry processes and the quality of evidence in their written arguments. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(4), 991–1008.
- Sevinç, E. (2008). *5E öğretim modelinin organik kimya laboratuvarı dersinde uygulanmasının öğrencilerin kavramsal anlamalarına, bilimsel süreç becerilerinin gelişimine ve organik kimya laboratuvarı dersine karşı tutumlarına etkisi* (Yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Şahin, M. C. (2005). *İnternet tabanlı uzaktan eğitimin etkililiği: Bir meta analiz çalışması* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.
- Tan, M., & Temiz, B. K. (2003). Fen öğretiminde bilimsel süreç becerilerinin yeri ve önemi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(13), 89-101.
- Thalheimer, W., & Cook, S. (2002). How to calculate effect sizes from published research: A simplified methodology. *Work-Learning Research*, 1, 1-9.
- Uzun, F. (2013). *Bağlam temelli yaklaşıma dayalı genel fizik-I laboratuvar dersinin fen bilgisi öğretmen adaylarının başarılarına, bilimsel süreç becerilerine, motivasyonlarına ve hatırlamalarına etkisi* (Yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ünal, A. (2018). *Araştırma-sorgulamaya dayalı ve sosyal ağ destekli kimya laboratuvarı etkinliklerinin fen bilimleri öğretmen adaylarının algı, tutum ve başarıları üzerine etkisi* (Doktora tezi). Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.
- Üzüm, B. (2022). *Yabancı dil öğretiminde öğrenen merkezli yöntemlerin akademik başarı ve derse yönelik tutum üzerindeki etkililiği: bir meta-analiz çalışması* (Doktora tezi). İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Malatya.

- Walters, Y. B., & Soyibo, K. (2001). An analysis of high school students' performance on five integrated science process skills. *Research in Science and Technological Education*, 19(2), 133–145.
- Wola, B. R., Rungkat, J. A., & Harindah, G. M. D. (2023). Science process skills of prospective science teachers' in practicum activity at the laboratory. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 9(1), 50-61.
- Yıldırım, E. (2021). *Temel eğitim düzeyinde drama yönteminin etkililiği üzerine bir meta araştırma* (Yayınlanmamış doktora tezi). İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.
- Yıldırım, M., Çalık, M., & Özmen, H. (2016). A meta-synthesis of Turkish studies in science process skills. *International Journal of Environmental and Science Education*, 11(14), 6518-6539.
- Yurdatapan, M. (2013). Probleme dayalı laboratuvar etkinliklerinin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine özgüvenine ve öz-yeterliliğine etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, Özel Sayı (1)*, 421-435.

SUMMARY

Purpose

The close relationship between scientific process skills and scientific practices plays a fundamental role in the teaching and learning of scientific content knowledge. Therefore, the main purpose of science education is to give students the opportunity to comprehend scientific process skills. Given the importance of equipping students with these skills, science curricula require the integration of scientific process skills into learning environments. Therefore, curriculum outcomes through science process skills are expected to facilitate scientific learning, encourage students to actively participate in the learning continuum, support analytical thinking, construct knowledge through problem solving, encourage students to take responsibility for their own learning, enable students to retain newly acquired knowledge/skills in long-term memory, and enable students to acquire inquiry strategies for lifelong learning. The aim of this research is to make meta-analysis of studies investigating the effects of various teaching methods and techniques used in science on the scientific process skills of teacher candidates.

Method

*In this study, the meta-analysis method was used. Within the scope of the research, the identified keywords were searched in databases in detail. As a result of the literature review, the studies included in the meta-analysis were limited to studies (master's theses, doctoral theses, and articles) published between 2007 and 2021 and in Turkish. The independent variables of this study were determined as follows: 1- Study year, 2- Study type, 3- Study design, 4- Study group, 5- Sample size and 6- Teaching method. In the study, meta-analysis was performed with the CMA programme. In the meta-analysis study, one of the group comparison meta-analysis types, process effectiveness meta-analysis, was used. *Q* test was used for homogeneity analysis, it was seen that the studies had a heterogeneous structure and therefore random effects model was used. Funnel Plot and Rosenthal Protected N Analysis were used to examine whether the study had publication bias. A Box Plot was used to analyse the effect size values.*

Results

*In this meta-analysis of the studies investigating the effects of various teaching methods and techniques used in science on pre-service teachers' science process skills, a total of 35 studies (master's 18, doctorate 7 and article 10) were included. This result can be interpreted as an expected result when it is considered that those who continue their doctoral education are quantitatively less than those who continue their master's education. In the meta-analysis study, it was found that many of the studies (91.43%) were positive, there was no bias in the study, the studies included in the study had a heterogeneous structure and showed the effect size of the random effects model. The overall effect size of the study was found to be at a high level (*Q*_b= 547.58; *ES*= 1.06). This information shows that the result is statistically significant (*p*<.05).*

According to the findings obtained from the research, pre-service teachers mostly use inquiry-based model in their studies, secondly prediction-observation-explanation and thirdly inquiry and argumentation-based learning method. According to the results of the meta-analysis, prediction-observation-explanation, know-think-design, inquiry-based model and argumentation-based learning are effective on pre-service teachers' scientific process skills at "insignificant level"; 7E teaching model is effective at "low level"; 5E teaching model, learning science by doing and writing, open-ended experiment technique, constructivist approach, context-based teaching, inquiry-based model, prediction-observation-explanation, science-technology-engineering-mathematics and argumentation-based learning are effective at "moderate level"; peer teaching, 3E and 5E teaching models, inquiry, problem-based laboratory activities, engineering design-based learning, collaborative learning, argumentation-based learning, science-technology-engineering-mathematics, inquiry-based model are effective at "high level"; creative and critical thinking, inquiry, inquiry-based model, scientific process skills, prediction-observation-explanation are effective at "very high level"; prediction-observation-explanation, robotic STEM applications, predict-explain-observe-discuss-explain are effective at "excellent level".

Discussion

In this meta-analysis study, it was concluded that various teaching methods and techniques used in science positively affect the scientific process skills of teacher candidates. The overall effect size of the study was found to be at a high level. The results of this study are supported by many studies in the literature (Koray et al., 2007, Bilen, 2009; Arı ve Bayram, 2012; Bozkurt, 2012; Karatekin, 2012; Yurdatapan, 2013; Gezer, 2014; Kırılmazkaya, 2014; Aslan, 2016; Baydere ve Çakır, 2019; Köşeler, 2019; Barut, 2020; Coştu, 2021; Kırıktaş ve Kesercioğlu, 2021; Mukagihana et al., 2022; Wola et al., 2023) is compatible with the results.

ORCID

Feridun KESKİN <https://orcid.org/0000-0003-2929-376X>

Mahmut SELVİ <https://orcid.org/0000-0002-9704-1591>

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı

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

Çatışma Beyanı

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

Etik Kurul Beyanı

Bu araştırma bir meta-analiz çalışması olduğundan dolayı etik kurul izni alınmasına gerek yoktur.

