



**LABORATUVAR ETKİNLİKLERİNDE KULLANILAN FARKLI ÖĞRETİM
YÖNTEM VE TEKNİKLERİN ÖĞRETMEN ADAYLARININ AKADEMİK
BAŞARI VE BİLİMSEL SÜREÇ BECERİLERİNİN GELİŞİMİNE OLAN
ETKİLERİ: BİR META-ANALİZ ÇALIŞMASI**

Feridun Keskin

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

HAZİRAN, 2023

TELİF HAKKI VE TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU

Bu tezin tüm hakları saklıdır. Kaynak göstermek koşuluyla tezin teslim tarihinden itibaren 1 (bir) ay sonra tezden fotokopi çekilebilir.

YAZARIN

Adı : Feridun
Soyadı : Keskin
Bölümü : Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı
Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı
İmza :
Teslim Tarihi :

TEZİN

Türkçe Adı: Laboratuvar Etkinliklerinde Kullanılan Farklı Öğretim Yöntem ve Tekniklerin Öğretmen Adaylarının Akademik Başarı ve Bilimsel Süreç Becerilerinin Gelişimine Olan Etkileri: Bir Meta-Analiz Çalışması

İngilizce Adı: The Effects of Different Teaching Methods and Techniques Used in Laboratory Activities on The Development of Academic Success and Scientific Process Skills of Teacher Candidates: A Meta-Analysis Study

ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI

Tez yazma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyduğumu, yararlandığım tüm kaynakları kaynak gösterme ilkelerine uygun olarak kaynakçada belirttiğimi ve bu bölümler dışındaki tüm ifadelerin şahsıma ait olduğunu beyan ederim.

Yazar Adı Soyadı: Feridun Keskin

İmza:

JÜRİ ONAY SAYFASI

Feridun Keskin tarafından hazırlanan “Laboratuvar Etkinliklerinde Kullanılan Farklı Öğretim Yöntem ve Tekniklerin Öğretmen Adaylarının Akademik Başarı ve Bilimsel Süreç Becerilerinin Gelişimine Olan Etkileri: Bir Meta-Analiz Çalışması” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Gazi Üniversitesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Mahmut SELVİ

(Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi)

Başkan: Doç. Dr. Esra BENLİ ÖZDEMİR

(Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi)

Üye: Doç. Dr. Mücahit KÖSE

(Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı, Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi)

Tez Savunma Tarihi: 02/06/2023

Bu tezin Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olması için şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Prof. Dr. Şaban ÇETİN

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEŞEKKÜR

Bu çalışmayı yürüttüğüm süreç boyunca bana destek olan, sabırla dinleyen, görüş ve önerilerinden faydalandığım, öğrencisi olduğum için kendimi çok şanslı hissettiğim değerli hocam Prof. Dr. Mahmut SELVİ 'ye sonsuz şükranlarımı sunarım. Ayrıca bugüne kadar her zaman yanımda ve destekçim olan sevgili aileme emekleri için sonsuz teşekkürler.

Feridun Keskin

Ankara, 2023

**LABORATUVAR ETKİNLİKLERİNDE KULLANILAN FARKLI
ÖĞRETİM YÖNTEM VE TEKNİKLERİN ÖĞRETMEN
ADAYLARININ AKADEMİK BAŞARI VE BİLİMSEL SÜREÇ
BECERİLERİNİN GELİŞİMİNE OLAN ETKİLERİ: BİR META-
ANALİZ ÇALIŞMASI**
(Yüksek Lisans Tezi)

Feridun Keskin
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
HAZİRAN 2023

ÖZET

Bu araştırmanın amacı, laboratuvar etkinliklerinde kullanılan farklı öğretim yöntem ve tekniklerin öğretmen adaylarının akademik başarı ve bilimsel süreç becerilerinin gelişimine olan etkilerinin meta-analiz yöntemi ile araştırılmasıdır. Bu çalışmada, nicel araştırma desenlerinden meta-analiz yöntemi kullanılmıştır. Araştırmanın çalışma grubunu, meta-analize dahil edilme ve hariç tutulma kriterlerine dayalı olarak belirlenen toplam 44 birincil araştırma oluşturmuştur. Bu bağlamda, meta-analize 22 yüksek lisans, 10 doktora ve 12 makale dâhil edilmiştir. Çalışmaların heterojen bir yapıya sahip olduğu görülmüştür. Etki büyüklüğü rastgele etkiler modeline göre hesaplanmıştır. Genel etki büyüklüğü sonuçlarının; bilimsel süreç becerilerinin gelişimi bakımından yüksek ($g= 1,057$; Cohen, 1988); akademik başarıların gelişimi bakımından orta ($g= ,521$; Cohen, 1988) düzeyde olduğu görülmüştür. Çalışmanın güvenilir olduğu ve yayın yanlılığının bulunmadığı tespit edilmiştir. Bu meta-analiz çalışmasında laboratuvar etkinliklerinde kullanılan farklı öğretim yöntem ve tekniklerin öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerini ve akademik başarılarını olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.



Anahtar Kelimeler : Fen Bilimleri, Laboratuvar Etkinlikleri, Akademik Başarı, Bilimsel Süreç Becerileri, Meta-Analiz.

Sayfa Adedi : xv+126

Danışman : Prof. Dr. Mahmut SELVİ

**THE EFFECTS OF DIFFERENT TEACHING METHODS AND
TECHNIQUES USED IN LABORATORY ACTIVITIES ON THE
DEVELOPMENT OF ACADEMIC SUCCESS AND SCIENTIFIC
PROCESS SKILLS OF TEACHER CANDIDATES: A META-
ANALYSIS STUDY**

(M. S. Thesis)

Feridun Keskin

GAZI UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF EDUCATIONAL SCIENCES

JUNE 2023

ABSTRACT

The aim of this study is to investigate the effects of different teaching methods and techniques used in laboratory activities on the development of pre-service teachers' academic achievement and science process skills by meta-analysis method. In this study, meta-analysis method, one of the quantitative research designs, was used. The study group of the research consisted of a total of 44 primary studies determined based on the inclusion and exclusion criteria for meta-analysis. In this context, 22 master's, 10 doctoral and 12 articles were included in the meta-analysis. It was observed that the studies had a heterogeneous structure. Effect size was calculated according to the random effects model. The overall effect size results were found to be high ($g= 1,057$; Cohen, 1988) for the development of science process skills and moderate ($g= ,521$; Cohen, 1988) for the development of academic achievement. It was determined that the study was reliable and there was no publication bias. In this meta-analysis study, it was concluded that different teaching methods and techniques used in laboratory activities positively affect pre-service teachers' science process skills and academic achievement.



Keywords : Natural Sciences, Laboratory Activities, Academic Success, Scientific Process Skills, Meta-Analysis.

Page number : xv+126

Supervisor : Prof. Dr. Mahmut SELVİ

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
TABLolar LİSTESİ.....	xii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	xv
BÖLÜM I.....	1
GİRİŞ.....	1
1.1. Problem Durumu.....	3
1.2. Problem Cümlesi.....	5
1.2.1. Alt Problemler.....	5
1.3. Araştırmanın Önemi.....	6
1.4. Araştırmanın Amacı.....	7
1.5. Varsayımlar.....	7
1.6. Sınırlılıklar.....	7
1.7. Tanımlar.....	7
BÖLÜM II.....	9
KURAMSAL ÇERÇEVE.....	9
2.1. Fen Bilimleri.....	9
2.1.1. Fen Bilimleri Kavramı.....	9
2.1.2. Fen Bilimleri Dalları.....	10
2.1.3. Fen Öğretimi Yöntemleri.....	14
2.1.4. Fen Bilimleri Eğitimi.....	17
2.2. Fen Bilimleri Eğitiminde Laboratuvar.....	19
2.2.1. Fen Laboratuvarı Kavramı ve Tarihsel Süreci.....	19

2.2.2. Laboratuvar Çalışmalarının Hedefleri	21
2.2.3. Fen Öğretiminde Laboratuvarın Önemi.....	22
2.2.4. Eğitimde Laboratuvar Etkinlikleri	23
2.3. Akademik Başarı.....	24
2.3.1. Akademik Başarı Kavramı	24
2.3.2. Akademik Başarıyı Etkileyen Faktörler	25
2.4. Bilimsel Süreç Becerileri	28
2.4.1. Bilimsel Süreç Becerileri Kavramı	28
2.4.2. Bilimsel Süreç Becerilerinin Sınıflandırılması	29
2.4.2.1. Temel Bilimsel Süreç Becerileri	30
2.4.2.2. Bütünleşik Bilimsel Süreç Becerileri.....	34
2.4.3. Fen Eğitiminde Bilimsel Süreç Becerilerinin Kullanımı	37
2.4.4. Fen Eğitiminde Bilimsel Süreç Becerilerinin Önemi	41
BÖLÜM III	43
YÖNTEM	43
3.1. Araştırma Modeli.....	43
3.1.1. Meta-Analiz Yöntemi.....	43
3.1.2. Meta-Analiz Türleri.....	44
3.1.3. Meta-Analiz İşlem Basamakları	45
3.1.4. İstatistiksel Model Seçimi	48
3.1.5. Etki Büyüklüğü	49
3.1.6. Yayın Yanlılığı.....	50
3.1.7. Homojenlik ve Heterojenlik	52
3.2. Verilerin Toplanması.....	52
3.2.1. Dâhil Edilme Kriterleri	54
3.2.2. Hariç Tutulma Kriterleri	55
3.2.3. Çalışmaların Meta-Analize Dâhil Edilme Süreci.....	55
3.2.4. Çalışmanın Karakteristikleri	58
3.2.5. Kodlama Yöntemi	59
3.2.6. Değişkenler	59
3.3. Verilerin Analizi.....	60
BÖLÜM IV	62
BULGULAR	62

4.1. Çalışmalara Ait Betimleyici İstatistikler	62
4.1.1. Akademik Başarıya Yönelik Betimleyici İstatistikler.....	62
4.1.2. Bilimsel Süreç Becerilerine Yönelik Betimleyici İstatistikler	64
4.2. Çalışmaların Etki Büyüklüklerine Ait Bulgular	66
4.2.1. Akademik Başarı ile İlgili Çalışmaların Etki Büyüklüklerine Ait Bulgular.....	66
4.2.2. Bilimsel Süreç Becerileri ile İlgili Çalışmaların Etki Büyüklüklerine Ait Bulgular.....	71
4.3. Laboratuvar Etkinliklerinde Kullanılan Farklı Öğretim Yöntem ve Tekniklerin Öğretmen Adaylarının Akademik Başarılarını Etkileme Düzeyi	77
4.4. Laboratuvar Etkinliklerinde Kullanılan Farklı Öğretim Yöntem ve Tekniklerin Öğretmen Adaylarının Bilimsel Süreç Becerilerini Etkileme Düzeyi.....	81
BÖLÜM V	86
SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER.....	86
5.1. Sonuç	86
5.1.1. Betimleyici İstatistiklere Yönelik Sonuçlar	86
5.1.2. Etki Büyüklüklerine Yönelik Sonuçlar	86
5.1.3. Akademik Başarıya Yönelik Sonuçlar	87
5.1.4. Bilimsel Süreç Becerilerine Yönelik Sonuçlar.....	88
5.2. Tartışma.....	89
5.3. Öneriler	96
5.3.1. Araştırma Sonuçlarına Yönelik Öneriler	96
5.3.2. Gelecekteki Araştırmalara Yönelik Öneriler	97
KAYNAKLAR.....	99
EKLER	122

TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1. <i>Temel Bilimsel Süreç Becerileri ve Bütünleşik Bilimsel Süreç Becerileri</i>	30
Tablo 3.1. <i>Veri Tabanlarından Elde Edilen Çalışma Sayıları</i>	54
Tablo 3.2. <i>Araştırmanın Moderatör Değişkenleri ve Alt Grupları</i>	60
Tablo 4.1. <i>Akademik Başarıya Yönelik Betimleyici İstatistikler</i>	63
Tablo 4.2. <i>Bilimsel Süreç Becerilerine Yönelik Betimleyici İstatistikler</i>	64
Tablo 4.3. <i>Akademik Başarı İlgili Çalışmaların Etki Büyüklüğüne Ait Bulguları</i>	66
Tablo 4.4. <i>Akademik Başarı ile İlgili Çalışmaların Etki Büyüklüğü Yönlerinin Dağılımı</i> ..	67
Tablo 4.5. <i>Akademik Başarı ile İlgili Çalışmaların Etki Büyüklüğüne Göre Dağılımları</i> ..	67
Tablo 4.6. <i>Akademik Başarı ile İlgili Çalışmaların Etki Büyüklüğünü Gösteren Bulgular</i>	69
Tablo 4.7. <i>Akademik Başarı ile İlgili Çalışmaların Homojenlik/Heterojenlik Testi Bulguları</i>	69
Tablo 4.8. <i>Akademik Başarı ile İlgili Çalışmaların Korumalı N Sayısı Analizi Bulguları</i> ..	70
Tablo 4.9. <i>Bilimsel Süreç Becerileri ile İlgili Çalışmaların Etki Büyüklüğüne Ait Bulguları</i>	72
Tablo 4.10. <i>Bilimsel Süreç Becerileri ile İlgili Çalışmaların Etki Büyüklüğü Yönlerinin Dağılımı</i>	73
Tablo 4.11. <i>Bilimsel Süreç Becerileri ile İlgili Çalışmaların Etki Büyüklüğüne Göre Dağılımları</i>	73
Tablo 4.12. <i>Bilimsel Süreç Becerileri ile İlgili Çalışmaların Etki Büyüklüğünü Gösteren Bulgular</i>	75
Tablo 4.13. <i>Bilimsel Süreç Becerileri ile İlgili Çalışmaların Homojenlik/Heterojenlik Testi Bulguları</i>	75
Tablo 4.14. <i>Bilimsel Süreç Becerileri ile İlgili Çalışmaların Korumalı N Sayısı Analizi Bulguları</i>	76
Tablo 4.15. <i>Akademik Başarı ile İlgili Çalışmaların Öğretim Yöntemine Göre Dağılımları</i>	77
Tablo 4.16. <i>Öğretim Yöntem ve Tekniklerin Öğretmen Adaylarının Akademik Başarılarını Etkileme Düzeyi</i>	79

Tablo 4.17. <i>Öğretim Yöntem ve Tekniklerin Öğretmen Adaylarının Akademik Başarılarını Etkileme Düzeyine Göre Dağılımları</i>	80
Tablo 4.18. <i>Bilimsel Süreç Becerileri ile İlgili Çalışmaların Öğretim Yöntemine Göre Dağılımları</i>	81
Tablo 4.19. <i>Öğretim Yöntem ve Tekniklerin Öğretmen Adaylarının Bilimsel Süreç Becerilerini Etkileme Düzeyi</i>	83
Tablo 4.20. <i>Öğretim Yöntem ve Tekniklerin Öğretmen Adaylarının Bilimsel Süreç Becerilerini Etkileme Düzeyine Göre Dağılımları</i>	84



ŞEKİLLER LİSTESİ

<i>Şekil 3.1.</i> Meta-analiz süreci işlem basamakları	45
<i>Şekil 3.2.</i> Araştırma sürecine ait akış şeması	57
<i>Şekil 4.1.</i> Akademik başarı ile ilgili çalışmaların etki büyüklüğü histogram grafiği.....	68
<i>Şekil 4.2.</i> Akademik başarı ile ilgili çalışmaların etki büyüklüğü kutu grafiği.....	68
<i>Şekil 4.3.</i> Akademik başarı ile ilgili çalışmaların huni grafiği.....	70
<i>Şekil 4.4.</i> Bilimsel süreç becerileri ile ilgili çalışmaların etki büyüklüğü histogram grafiği	74
<i>Şekil 4.5.</i> Bilimsel süreç becerileri ile ilgili çalışmaların etki büyüklüğü kutu grafiği.....	74
<i>Şekil 4.6.</i> Bilimsel süreç becerileri ile ilgili çalışmaların huni grafiği.....	76

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

%	: Yüzde
CMA	: Comprehensive Meta-Analysis Programı
Çev.	: Çeviren
Ed.	: Editör
MEB	: Millî Eğitim Bakanlığı
n	: Katılımcı Sayısı
p	: Anlamlılık Düzeyi
SPSS	: Sosyal Bilimler İçin İstatistik Programı
ss	: Standart Sapma
TDK	: Türk Dil Kurumu
TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
ULAKBİM	: Ulusal Akademik Ağ ve Bilgi Merkezi
vd.	: ve diğerleri
\bar{x}	: Aritmetik Ortalama
YÖK	: Yükseköğretim Kurulu

BÖLÜM I

GİRİŞ

Bilimsel bilginin katlanarak arttığı ve teknolojinin büyük bir hızla ilerlediği bilim ve teknoloji çağında fen bilimleri toplumların geleceği için kilit bir rol oynamaktadır. Bu nedenle küresel olarak ülkeler, özellikle de gelişmekte olan ülkeler, sürekli olarak fen eğitiminin kalitesini artırmaya çalışmaktadır (Rauf, Rasul, Mans, Othman ve Lynd, 2013). Fen bilimleri, toplumların gelişmesinde de çok önemlidir. Fen öğretimi ve öğrenimini geliştirmenin yollarından biri de etkili laboratuvar eğitimi, etkinlikleri ve çalışmalarıdır. Bu nedenle laboratuvar uzun zamandır fen eğitiminde ayırt edici bir özellik olmuştur. Öğrenciler laboratuvarlarda, görerek ve yaparak öğrendikleri için laboratuvarlar ayrıca önem kazanmıştır ve başarılı olmuştur (Hoftein ve Lunetta, 1992). Laboratuvar eğitimi, daha ileri çalışma veya araştırma için gerekli becerileri geliştirmek için de sıklıkla kullanılmaktadır (Saputro, Irwanto, Atun ve Wilujeng, 2019).

Fen laboratuvarları, deneysel çalışmaların yürütüldüğü yer, bina ya da odalardır. Fen laboratuvarları, bilim pedagojisinin gelişmesine olanak sağlamak ve sınıflarda öğretilen teorilerin doğrulanmasında hayati bir rol oynamaktadır. Öğrenciler uygulamalı deneyler için fen laboratuvarına girdiklerinde akademik başarıları artmakta, konuları anlamlı öğrenmeleri kolaylaşmakta ve ilgili bilimsel kavramlar hakkında bilgi edinimleri sağlanmaktadır (Leite ve Dourado, 2013).

Fen laboratuvarlarının mevcudiyeti ve kullanımı, fen konularını öğrenmenin önemli bir bileşeni haline gelmiştir; ancak bu başarı laboratuvarların verimli bir şekilde kullanımına bağlıdır. Laboratuvarların uygun kullanımı, öğrencilerin akademik başarılarının göstergesidir. Akademik başarı, eğitimin çıktısı yani öğrencinin, öğretmenin ve okulun eğitim hedeflerine sınıfta, laboratuvarlarda veya gerçek yaşamdaki uygulamalarda ne ölçüde ulaştığı anlamına gelir (Dahar ve Faize, 2011).

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 fene karşı olumlu tutumlara sahip olmalarıdır. Öğrencilerin fene yönelik tutumları sadece fen dersini öğrenmelerini değil, fen dersinde kazandıkları becerileri günlük yaşamlarına ne ölçüde aktaracaklarını da etkilemektedir (Çavaş ve Çavaş, 2014). Öğrencilerin fene karşı tutumları derse hazır bulunuşluk düzeylerini etkileyeceğinden olumsuz tutuma sahip öğrencilerin ders içeriğini öğrenmeleri zorlaşacaktır (Doğru ve Kıyıcı, 2005). 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).

Yee (1994) problem çözme etkinliklerini kavramları tanıtmak, becerileri geliştirmek ve tüm problemleri çözmek için bilgilerini kullanmak için öğrenme durumu olarak görmektedir. Problem çözme, yeni bir cevap formüle etmek ve çözüm oluşturmak için gereken karmaşık ve çok katmanlı beceriler olarak tanımlanmaktadır (Selçuk, Çalışkan ve Erol, 2008). Prevost ve Lemons (2016) problem çözmeyi, öğrencilere otomatik olarak çözülemeyecek zorlu görevlerin sunulduğu bir karar verme süreci olarak tanımlamaktadır. Sunulan problem sadece rutin problemlerle ilgili olmayıp, üst düzey düşünme becerileri gerektiren rutin olmayan problemlere de ulaşmaktadır. Bu nedenle, problem çözme öğretim sürecinin amacı, öğrencilerin birbirleriyle etkileşime girerek bilimsel süreç becerilerini kullanarak nasıl çalışacaklarını ve problem çözeceklerini öğrenecekleri bir ortam sağlamaktır (Nozari ve Siamian, 2014).

Yükseköğretimin en önemli amaçlarından biri bilimsel süreç becerilerini geliştirmektir. Bilimsel süreç becerileri, öğrencilerin bilimsel olguları keşfetmek için kullandıkları bir dizi beceriyi içermektedir. Bu, öğrencilerin bilim kavramını anlamalarına ve bilim insanlarının nasıl çalıştığını ve düşündüğünü kavramalarına yardımcı olan en etkili bilim araştırması için temeldir (Akçay ve Yager, 2016). Bu beceriler, bilgiyi öğrenmek ve problemlere çözüm bulmak için bilimsel düşünce desteğine ihtiyaç duyar ve temel ve bütünlük süreç becerileri olmak üzere iki kategoriye ayrılırlar (Hernawati, Amin, Irawati, Indriwati ve Aziz, 2018). Beceriler; gözlemlenme, ölçme, sınıflandırma, tahmin etme, çıkarım yapma, iletişim kurma,

değişkenleri belirleme ve kontrol etme, hipotezleri formüle etme ve test etme, deney yapma ve grafik çizmeyi kapsamaktadır. Her ikisinin de kullanımı, öğrencilerin bilişsel gelişimine ve bilgiyi oluşturmadaki pratik deneyimlerine bağlıdır. Bilimsel süreç becerileri, önceden öğrendikleri bilgileri uygulayarak problemi çözmek için kullanılan formal muhakeme yeteneği ile de ilişkilidir (Seung, Choi ve Pestel, 2016).

Problem çözme becerileriyle donatılmış öğrencilerin günlük yaşamlarında karmaşık problemlerin üstesinden kolayca gelebilecekleri konusunda ortak bir görüş içerisindeyiz (Irwanto, Saputro, Rohaeti ve Prodjosantoso, 2018; Özreçberoglu Çağanağa, 2018). Kanıtlar, problem çözme öğretim stratejisinin uygulanmasının öğrencilerin akademik başarısı üzerindeki olumlu etkisini göstermektedir (Saputro vd., 2019).

1.1. Problem Durumu

Fen laboratuvarları, öğrencilerin küçük gruplar halinde bilimsel gerçekleri ve kavramları keşfetmelerini sağlayan, etkinliklerle sosyal ilişkilerinin gelişmesini sağlayan, tutumların ve bilişsel düzeylerinin olumlu yönde gelişmesini sağlayan en önemli öğrenme ortamlarıdır. Fen eğitiminde öğrenme ve beceri geliştirme açısından laboratuvar çalışmaları oldukça önemlidir. Bu nedenlerden dolayı fen eğitiminde laboratuvar etkinliklerine daha fazla önem verilmektedir. Ancak fen eğitiminde yaparak yaşayarak öğrenme, deneyerek öğrenme ile sağlansa da deney yöntemiyle öğretim oldukça zordur. Hem öğretmenlerin yeterlilikleri ve materyal gereksinimleri hem uygun ortamın olmaması hem de laboratuvar etkinliklerinde kullanılan farklı öğretim yöntem ve tekniklerden yeterince yararlanılmaması nedeniyle bu etkili yöntemin etkililiğini azaltmaktadır (Hofstein ve Lunetta, 2003).

Bu nedenle bu yöntemi etkili bir konuma getirebilmek için çeşitli yaklaşımlar önerilmiştir. Bu yaklaşımlardan bir tanesi bilimsel süreç becerileri laboratuvar yaklaşımıdır. Bu yaklaşım bilimsel süreç becerilerine dayanmaktadır. Beceriler, günlük yaşamımızdaki bazı sorunları çözmeye yönelik olup, bilimsel okuryazarlık açısından da önemlidir. Bu nedenle, bu beceriler 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).

Bilimsel süreç becerileri çeşitli kaynaklarda farklı şekillerde sınıflandırılmaktadır.

Sınıflandırmalarda aşamalılık dikkate alınır ve genel olarak üst düzey becerilerin ortak olduğu ve bazı üst düzey becerilerin adlarının farklı olduğu gözlenir. Sınıflandırmaların ortak noktalarından biri de bu becerilerin çoğunun bir arada laboratuvar ortamında kullanılması gerekliliğidir. Araştırmacıların odak noktası haline gelen bilimsel süreç becerilerine ilişkin araştırmalar, bu becerilerin ölçülmesine ve belirlenmesine (Aydoğdu, 2006; Mbewe, Chabalengula ve Mumba, 2010) ve bazı öğretim yöntemleriyle bu becerilerin geliştirilmesine önem verildiğini ortaya koymaktadır (Bozdoğan, Demirbaş ve Taşdemir, 2006). Bununla ilgili olarak Kanlı (2007) 7E modeline dayalı laboratuvar yaklaşımını uygulamış ve bu yöntemin bilimsel süreç becerilerini geliştirmede etkili olduğunu ifade etmiştir.

Bilimsel süreç becerileri; gözlemlemek, sınıflandırmak, ölçmek, çıkarım yapmak, tahminde bulunmak, bilimsel olarak iletişim kurmak, hipotezler formüle etmek, değişkenleri belirlemek ve kontrol etmek, deney yapmak ve tasarlamak, verileri toplamak ve yorumlamak ve modellemektir. İlk altı beceri temel, son beş beceri ise bütünleştirilmiş bilimsel süreç becerileri olarak kategorize edilmiştir (Rohaida, 2004). Fen dersi sırasında bu sıralanan bilimsel süreç becerilerinin öğrencilere telkin edilmesi, becerilerin kazanılmasını ve sürecin devamlılığını sağlamak için önemlidir (Rauf vd., 2013). Çoğunlukla öğrenciler arasında bilimsel süreç becerilerinin edinimi ve performansına, mantıksal düşünme gibi diğer becerilerle ya da başarı ile ilişkisine odaklanılmıştır. Bireylerin yetiştirilmesinde temel kaynağın öğretmenler olduğu düşünüldüğünde, öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerini ve bunları fen sınıflarında öğrencilere öğretme yollarını edinmelerine ihtiyaç duyulması kaçınılmazdır (Rauf, Rasul, Mans, Othman ve Lynd, 2013).

Bilimsel süreç becerilerinin edinilmesi "öğrenmeyi öğrenme" olarak kabul edilir, çünkü çocuklar eleştirel düşünerek ve bilgiyi yaratıcı bir şekilde kullanarak öğrenmeyi öğrenirler ve ayırt edici gözlemler yaparken, olguları ya da kavramları düzenleyip analiz ederken, belirli sonuçlar için nedenler gösterirken, sonuçları değerlendirip yorumlarken, haklı sonuçlar çıkarırken ve herhangi bir şey değişirse ne olacağını tahmin ederken öğrenmeye devam ederler (Martin ve ark., 2001).

Anlamlı öğrenme için bilimsel süreç becerileri çok önemlidir; çünkü öğrenme yaşam boyu devam eder ve bireyler karşılaştıkları farklı koşullar altında kanıtları bulmaya, yorumlamaya ve yargılamaya ihtiyaç duyarlar. Bu nedenle eğitim kurumlarında öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin kazandırılması öğrencilerin geleceği

açısından önemlidir (Harlen, 1999). Bu beceriler yeterince gelişmezse öğrenciler bilgiyi yorumlayamazlar. Örneğin, ilgili kanıtlar toplanmazsa, toplanan kavramlar öğrencilerin neler olduğunu anlamalarına yardımcı olmaz. Bu nedenle fen derslerinde temel hedef, öğrencilere uygun bilgiyi aktarmaktan çok, bilgiye nasıl ulaşılacağını öğretmek olmalıdır. Aksi takdirde öğrenciler fen bilimlerine karşı olumsuz tutum geliştirebilirler (Bilgin, 2006). Tobias (1993), öğrencilerin fene karşı olumsuz tutumlarının temel nedenlerinin ilgi ve motivasyon eksikliği, pasif alıcı olma, işbirliğine dayalı öğrenme yerine notlarla rekabet etme ve kavramları kavramak yerine ezberci öğrenme olduğunu bildirmiştir.

Fen bilimleri, günlük yaşamımızın her alanında karşımıza çıkmasına ve fen bilimlerinin önemi gün geçtikçe artmasına rağmen öğrencilerdeki fen bilimlerine yönelik akademik başarılarının başka bilimlere göre daha düşük olduğu gözlenmektedir (Gök ve Sılay, 2008). Fen bilimleri, günlük yaşamla ilgili ve uygulanabilir bir alan olmasına rağmen öğrenciler tarafından sıkıcı olarak değerlendirilebilmektedir. Bu nedenle fen bilimlerini etkili bir şekilde öğretmenin temel koşulu, öğrencilerin dikkatini fen bilimine çekmek ve onlara bu doğrultuda alternatif öğrenme stratejilerini sunabilmektir (Tekbıyık ve Akdeniz, 2010). Öğrencilerin öğretim stratejilerini kullanmalarında araştırmalarla öğretmenleri desteklemek, öğrencilerin sınıftaki olumlu duygularını artırabilir ve böylece fen bilimlerine karşı tutumlarının gelişimini destekleyebilir (Fulmer vd., 2019).

1.2. Problem Cümlesi

Bu çalışmanın problem cümlesi “Laboratuvar etkinliklerinde kullanılan farklı öğretim yöntem ve tekniklerin öğretmen adaylarının akademik başarı ve bilimsel süreç becerilerinin gelişimine olan etkileri nelerdir?” şeklinde oluşturulmuştur.

1.2.1. Alt Problemler

1. Laboratuvar etkinliklerinde kullanılan farklı öğretim yöntem ve tekniklerin öğretmen adaylarının akademik başarı ve bilimsel süreç becerilerinin gelişimine olan etkilerini inceleyen çalışmaların betimsel özellikleri nelerdir?
2. Meta analize dâhil edilen çalışmaların etki büyüklükleri nasıldır?
3. Laboratuvar etkinliklerinde kullanılan farklı öğretim yöntem ve tekniklerin

öğretmen adaylarının akademik başarılarını ne düzeyde etkilemektedir?

4. Laboratuvar etkinliklerinde kullanılan farklı öğretim yöntem ve tekniklerin öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerini ne düzeyde etkilemektedir?

1.3. Araştırmanın Önemi

Öğrenme, yeni deneyimleri öncekilerle ilişkilendirmeyi ve fikir ve kavramları giderek daha geniş bir yelpazeyi içerecek şekilde genişletmeyi gerektirmektedir. Bilimde öğrenme ise kanıt toplamak, test etmek ve sonucu yorumlamak gibi süreçleri yani bilimsel süreç becerilerini kullanmayı içermektedir. Bu şekilde tasarlanan öğrenme, belirli bir zamandaki deneyim ve kanıtları anlamlandıran fikirlerin kademeli olarak geliştirilmesi yoluyla gerçekleşmektedir. Bu anlayışın gelişiminde süreç becerilerinin rolü çok önemlidir. Bu beceriler iyi gelişmemişse, kavramlar dünyayı anlamak için yeterli olmayacaktır. Bu nedenle, bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesi, fen eğitiminin ana hedefi olmalıdır. Bu artık dünya çapında müfredat açıklamalarında da kabul edilmektedir (Harlen, 1999).

Laboratuvar etkinliklerine yer vermeyen, yönü uygulamaya dönük olmayan ve yalnızca bilimsel kavramların ve bilginin geliştirilmesiyle ilgilenen fen eğitimi görüşü, fen bilimlerinin gelişmesini ve öğrencilerin akademik başarılarını engelleyici bir faktör olarak durmaktadır. Oysa laboratuvar çalışmalarının motivasyonuna ve öğrenmenin deneyimlenmesi olan inanç ve bu çalışmaların sonuçlarının araştırmalar yoluyla incelenmesi, öğretmenlerin ve öğrencilerin daha özgürleştirici bir öğrenme ortamı oluşturmaya yardımcı olacaktır (Lorsbach ve Tobin, 1995).

Yapılan yurt içi alan yazın taramasında, laboratuvar etkinliklerinde kullanılan farklı öğretim yöntem ve tekniklerin öğretmen adaylarının akademik başarı ve bilimsel süreç becerilerinin gelişimine olan etkilerini araştıran ve yayın dili Türkçe olan herhangi bir meta-analiz çalışmasına rastlanmamıştır. Bu meta-analiz çalışmasının sonuçları, alanda görev yapan öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının çalışmaları için yön gösterici nitelikte olacaktır. Bu araştırmanın sonuçlarının; fen öğretimine yönelik programlara ve alan yazına katkısının olacağına, yapılması düşünülen laboratuvar etkinliklerini teşvik edeceğine inanılmaktadır.

1.4. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı, laboratuvar etkinliklerinde kullanılan farklı öğretim yöntem ve tekniklerin öğretmen adaylarının akademik başarı ve bilimsel süreç becerilerinin gelişimine olan etkilerinin meta-analiz yöntemi ile araştırılmasıdır.

1.5. Varsayımlar

Bu meta-analiz araştırmasına dâhil edilen çalışmaların;

1. araştırma yöntem ve tekniklerine uygun olduğu, güvenilirlik ve geçerliğe sahip olduğu ve bulgularının objektif bir şekilde rapor edildiği varsayılmıştır.
2. uygulayıcılarının veya araştırmacılarının yanlı davranmadıkları ve yanlı uygulamalar yapmadıkları varsayılmıştır.
3. ölçme araçlarının ve izlenmiş olan yöntemlerin araştırmaların amacına uygun olduğu varsayılmıştır.
4. çalışma gruplarında yer alan öğrencilerin, Rosenthal etkisi ve Hawthorne etkisi gibi etkilere maruz kalmadıkları varsayılmıştır.
5. deneysel desen kurallarına uygun olarak desenlendiği varsayılmıştır.

1.6. Sınırlılıklar

1. Araştırma, 2000 ile 2022 yılları arasında yayımlanan ve dili Türkçe olan çalışmalar (yüksek lisans tezleri, doktora tezleri ve makaleler) ile sınırlıdır.
2. Araştırmanın örneklem grupları öğretmen adayları ile sınırlıdır.
3. Araştırma; laboratuvar etkinliklerinde kullanılan farklı öğretim yöntem ve teknikleri, akademik başarı ve bilimsel süreç becerileri ile sınırlıdır.
4. Araştırmada tarama için kullanılan veri tabanları; Ulusal Tez Merkezi, Google Akademik ve DergiPark Akademik ile sınırlıdır.
5. Araştırmanın karakteristikleri; çalışma yılı, çalışma türü, çalışma deseni, çalışma grubu, örneklem büyüklüğü ve öğretim yöntemi ile sınırlıdır.
6. Araştırma, verilerin analizinde kullanılan istatistiksel yöntemler ve programlar (CMA, SPSS) ile sınırlıdır.

1.7. Tanımlar

Fen Bilimleri: Fen bilimi; fen alanı ile ilgili konuları ele alan, inceleyen ve araştıran bilim dalıdır. Fen bilimleri ise fizik, kimya, biyoloji, yer ve uzay bilimleri gibi

bilimlerin ortak adıdır (Türk Dil Kurumu, 2023).

Fen Bilimleri Eğitimi: Fen bilimleri eğitimi fizik, kimya, biyoloji, yer ve uzay bilimleri gibi alanların eğitimini kapsar (Özkan, Arslan ve Umdu-Topsakal, 2020).

Fen Laboratuvarları: Öğrencilerin bilimsel kavramlara ilişkin anlayışlarını, bilimi sorgulama becerilerini ve bilim algılarını geliştirdikleri, öğrencilerin bilimsel olguları araştırmak için küçük gruplar halinde iş birliği içinde çalışabilecekleri öğrenme ortamlarıdır (Hofstein ve Lunetta, 2003).

Akademik Başarı: Bu çalışmada akademik başarı, laboratuvar etkinliklerinde kullanılan farklı öğretim yöntem ve tekniklerin öğretmen adaylarının eğitim hedeflerini ve akademik performanslarını olumlu yönde etkilemesi olarak tanımlanmıştır.

Bilimsel Süreç Becerileri: Bu çalışmada bilimsel süreç becerileri; bilgiyi derlemek, problemler hakkında düşünmek ve sonuç çıkarmak için öğretmen adaylarının laboratuvar etkinliklerinde kullanılan farklı öğretim yöntem ve teknikleri sistematik bir şekilde yürüttüğü problem çözme becerisi olarak tanımlanmıştır.

Meta-Analiz: Meta-analiz, birçok bireysel çalışmaların sonuçlarını istatistiksel analizler kullanarak birleştiren ve böylece daha fazla bilgiye ulaşarak farklı araştırma sonuçlarından genel bir sonuç çıkarılması yöntemidir (Olkin, 1999).

BÖLÜM II

KURAMSAL ÇERÇEVE

2.1. Fen Bilimleri

2.1.1. Fen Bilimleri Kavramı

Bilim genel olarak teoriler inşa etme girişiminde farklı araştırma yöntemleri kullanarak dünyayı anlama, açıklama ve dünya hakkında tahminlerde bulunma çabası olarak tanımlanabilir. Bilim, fen bilimi ve sosyal bilim olarak bilinen iki ana dalda sınıflandırılabilir. Fen bilimi veya doğa bilimi, doğal dünyayla ilgilenen bir bilim dalıdır ve sosyal bilim ise insan toplulukları ve sosyal ilişkilerle ilgilenen bir bilim dalıdır. Dolayısıyla fen bilimi ile sosyal bilim arasındaki temel fark, fen biliminin doğal olayları incelemesi, sosyal bilimin ise insan toplumunu incelemesidir (Ledoux, 2002).

Fen bilimi, doğal dünya ile yani doğanın ve fiziksel dünyanın fenomenleri ve nesnelere ile ilgilidir. Deneysel ve gözlemsel kanıtlar kullanarak doğal fenomenlerin anlaşılmasını, tanımlanmasını ve tahmin edilmesini sağlar. Fen biliminde oluşturulan hipotezlerin bilimsel bir teori olarak kabul edilebilmesi için bilimsel olarak doğrulanması gerekmektedir (Lagemaat, 2014). Fen bilimi, yaşam bilimi ve fizik bilimi olarak iki ana kola ayrılabilir. Yaşam bilimi canlı organizmalarla ilgilenirken, fizik bilimi fiziksel dünyayla ilgilenmektedir. Yaşam bilimi, alternatif olarak biyoloji olarak bilinmektedir. Fizik bilimi ise kimya, fizik, astronomi ve yer bilimi gibi alt dallara ayrılmıştır. Fen biliminin bu alt dalları, daha uzmanlaşmış dallara ayrılabilir (Martin ve Hine, 2020).

Türk Dil Kurumu Güncel Türkçe Sözlük (2023) fen bilimini, fen ile ilgili konuları inceleyen ve araştıran bir bilim dalı olarak tanımlarken; fen bilimlerini biyoloji, kimya, fizik, yer ve uzay bilimlerin ortak adı olarak tanımlamaktadır. Fen bilimleri, fiziksel

ve doğal dünyanın gözlemler ve deneyler yoluyla incelenmesidir (Robb ve Gonzalez, 2017).

Doğa bilimleri, fen bilimleri ya da fenni bilimler; insanların maddesel çevrelerini değiştirmek veya denetlemek amacıyla geliştirdikleri, teknolojik bilgileri de içeren bir akademik disiplinler grubudur. Deneysel çalışmalarla ve gözlemlerle elde edilen sistematik bir bilgidir. Evrendeki olguları bilimsel temellere ve yasalara bağlayan nedenleri açıklamaya çalışır. Doğada meydana gelen olaylarının sebeplerini ortaya çıkaran ve gelecekteki olayları tahmin etme olanağı sunan bu yasalar, fen bilimlerinin başka bilimlere olan üstünlüğünü göstermektedir. Dolayısıyla fen bilimleri sosyal bilimlere göre daha nesnedir. Örneğin; ülkeler ulusal değerleri yönünde tarih bilimine yorum getirirken; fizik biliminde, Ohm Yasası elektrik laboratuvarında yapılacak olan bir deneyle kanıtlanabilir. Disiplinler arası alanların artmasıyla birlikte sosyal bilimler ile doğa bilimleri arasındaki sınırlar karmaşık duruma gelmiştir. Buna örnek olarak nöropsikoloji dalı verilebilir (Koksal ve Berberoğlu, 2012; Özkan vd., 2020).

Fen bilimi, akademik disiplinlerin ana kategorilerinden birisidir ve genellikle bilim veya bilimsel çalışma olarak adlandırılır. Tıp ve mühendislik gibi pek çok meslek fen bilimleri bilgisi gerektirir. Bunun yanı sıra ampirik bilimler olarak fen bilimi, matematik ve mantık gibi formel bilimlerden araçlar kullanır ve doğa hakkındaki bilgileri "doğa kanunlarının" açık ifadeleri olarak açıklanabilecek ölçümlere dönüştürür (Lagemaat, 2014).

2.1.2. Fen Bilimleri Dalları

Fen bilimleri her yerdedir ve fizik, kimya, biyoloji, yer bilimi ve astronomi dahil olmak üzere ve birçok farklı ilginç ve karmaşık dalları içerir (Robb ve Gonzalez, 2017). Ayrıca fen bilimleri eğitimi biyoloji, kimya ve fizik gibi alanların eğitimini kapsar (Özkan, Arslan ve Umdu-Topsakal, 2020).

Sosyal bilimlerin psikoloji, tarih veya antropoloji gibi farklı dalları olduğu gibi fen bilimlerinin de farklı dalları bulunmaktadır. Fen bilimleri, temelde beş farklı dalı içermektedir. Bu dalların her biri kendi amacına hizmet etmekte ve dünyamızın farklı bir unsuruna bakmayı amaçlamaktadır; ancak bu dallar bir araya geldiğinde bize evrenin ve yaşamın büyük bir resmini göstermektedirler (Ledoux, 2002).

1. Biyoloji: Biyoloji, yeryüzündeki canlı organizmalarla ilgilendiği için yaşam

bilimleri kategorisine girmektedir. Biyologlar, insanlardan hayvanlara, bitkilere ve hatta mikroorganizmalara kadar çok çeşitli yaşam türlerini inceleyebilirler. Biyoloji, tüm organizmaların fiziksel varlıkları, özellikleri, sınıflandırılması ve davranışlarının yanı sıra onların yaşamlarını, dünyadaki yerlerini, birbirleriyle ve çevreyle nasıl etkileşime girdiklerini anlamaya çalışır (Martin ve Hine, 2020).

Biyoloji hayatın incelenmesidir ve kimyadaki prensipler ve bileşikler bunun temelini oluşturur. Biyoloji, organellerden biyomlara kadar uzanır. Biyologlar; hücreleri, genetiği, vücudun anatomisini ve fizyolojisini, evrimi ve ekolojiyi incelerler. Biyoloji belki de insan yaşamıyla en alakalı olanıdır; çünkü biyoloji vücudumuz, hücreler ve DNA gibi konuları incelemeye odaklanır (Robb ve Gonzalez, 2017). Biyoloji, yeryüzündeki canlı organizmalarla ilgilendiği için yaşam bilimleri kategorisine girer. Biyologlar, insanlardan hayvanlara, bitkilere ve hatta mikroorganizmalara kadar çok çeşitli yaşam türlerini inceleyebilirler. Biyoloji, tüm organizmaların fiziksel varlıklarının yanı sıra dünyadaki yerleri ve çevre ile nasıl etkileşime girdikleri gibi yaşamlarını anlamaya çalışır. Gıda bilimi, hayvan biyolojisi, tarım veya insan biyolojisi gibi biyoloji şemsiyesi altında çalışabileceğiniz birçok farklı konu vardır (Jegstad ve Sinnes, 2015).

Biyoloji şemsiyesi altında çalışabileceğimiz bitki, hayvan veya insan biyolojisi gibi birçok farklı konu bulunmaktadır. Örneğin; bu konulardan botanik, zooloji ve tıbbın biyolojik alanları uygarlığın erken dönemlerine kadar uzanırken, mikrobiyoloji 17. yüzyılda mikroskopun icadıyla birlikte ortaya çıkmıştır. Modern biyoloji ise organizma tipine ve çalışılan ölçeğe göre alt disiplinlere ayrılmaktadır. Moleküler biyoloji, yaşamın temel kimyasını incelerken; hücre biyolojisi ise tüm yaşamın temel yapı taşı olan hücrenin incelenmesidir. Daha yüksek bir düzeyde, anatomi ve fizyoloji bir organizmanın iç yapılarına ve işlevlerine bakarken, ekoloji çeşitli organizmaların birbiriyle nasıl ilişkili olduğuna bakmaktadır (Campbell, 2004).

2. *Kimya*: Kimya, madde ile çalışır ve atomların nasıl bir araya gelip birbirlerine nasıl tepki verdiklerini inceler. Kimyanın bir kısmı, kimyasal davranış, reaksiyonlar, farklı maddelerin özellikleri, yapıları ve bileşimleri gibi şeyleri araştırmaktır. Kimyagerler, maddenin birbiriyle nasıl etkileşime girdiğini incelemek için çeşitli deneyler yaparlar. Kimya ile yeni ilaçlar bulmak, çevredeki kimyasalları incelemek ve yeni bileşikler oluşmak gibi başarabileceğimiz pek çok farklı konu bulunmaktadır (Hill, Petrucci, McCreary ve Perry, 2005).

Kimyasal reaksiyonların ve maddenin özelliklerinin incelenmesidir. Kimya, atomların bileşikler oluşturmak için nasıl birbirine bağlandığını içerir. Kimyadaki tüm ilkeler, fizik hakkında bildiklerimize dayanmaktadır ve fen bilimleri konuları bir piramit gibi birbirinin üzerine inşa edilmektedir. Çok bilinmese de kullandığımız hemen hemen her üründen kimya sorumludur. Saç bakım ürünleri, temizlik ürünleri, hatta yediğimiz paketlenmiş gıdalar bile kimyaya dayalıdır. Örneğin, laboratuvarlarda bilim insanları, belirli doğal gıdalar gibi kokan bileşikler yapmak için kimyasal reaksiyonlar kullanırlar (Robb ve Gonzalez, 2017). Kimya, madde ile çalışır ve atomların nasıl bir araya gelip birbirlerine nasıl tepki verdiklerini inceler. Kimyanın bir kısmı; kimyasal davranış, reaksiyonlar, farklı maddelerin özellikleri, yapıları ve bileşimleri gibi şeyleri araştırmaktır. Kimyagerler, maddenin birbiriyle nasıl bağlandığını veya etkileşime girdiğini incelemek için deneyler yaparlar. Yeni ilaçlar üretmek, çevredeki kimyasalları incelemek ve yeni bileşikler oluşturmak gibi kimya ile başarılacak pek çok farklı şey var (Azmat, 2013).

Maddenin atomik ve moleküler ölçekte bilimsel çalışmasını oluşturan kimya, öncelikle gazlar, moleküller, kristaller ve metaller gibi atom topluluklarıyla ilgilenir. Bunların bileşimi, istatistiksel özellikleri, dönüşümleri ve reaksiyonları incelenir. Kimya, diğer doğa bilimlerini birbirine bağlamadaki rolü nedeniyle genellikle merkezi bilim olarak adlandırılır. Kimyasal elementlerin keşfi ve atom teorisi bu bilimi sistemleştirmeye başlamış bu doğrultuda araştırmacılar maddenin halleri, iyonlar, kimyasal bağlar ve kimyasal reaksiyonlar hakkında temel bir anlayış geliştirmişlerdir. Bu bilimin başarısı, günümüzde dünya ekonomisinde önemli bir rol oynayan kimya endüstrisine yol açmıştır (Brown, LeMay, Bursten ve Burdge, 2002).

3. Yer Bilimleri: Yer bilimleri, fen biliminin bir dalıdır; ancak jeoloji, oşinografi, coğrafya, atmosfer ve gezegen gibi farklı bilim türünden meydana gelmektedir. Bunların her biri, dünyayı olduğu gibi yapan şeyin farklı bir alanına odaklanır. Örneğin; atmosfer bilimcileri, dünya atmosferine ve bunun ekosistem üzerindeki etkisine bakmak için iklim bilimcileriyle yakın iş birliği içinde çalışır. Yer bilimleri alanları, Dünya'da meydana gelen farklı doğa olaylarına bakar ve onları daha iyi anlamayı amaçlar (Allaby, 2008).

Yer bilimi, jeoloji olarak bilinse de jeolojinin ötesinde jeoloji, coğrafya, jeofizik, jeokimya, klimatoloji, buzul bilimi, hidroloji, meteoroloji ve oşinografi dahil olmak üzere Dünya gezegeniyle ilgili bilimler için her şeyi kapsayan bir terimdir. Madencilik

ve değerli taşlar, uygarlık tarihi boyunca insanların ilgisini çekmiş olsa da mineraloji, paleontoloji, jeofizik gibi diğer disiplinler sonradan gelişmiştir. Tüm bu gelişmeler 1960'larda levha tektoniği teorisinin gelişmesine yol açtı ve bu teori, yer bilimleri üzerinde de etkili oldu. Günümüzde yer bilimleri, petrol ve mineral kaynakları, iklim araştırmaları ve çevresel değerlendirme ve iyileştirme ile yakından bağlantılıdır (Adams ve Lambert, 2006).

4. Fizik: Fizik bilimi; doğadaki en temel konulardan biri olan kuvvetlerden, dünya ve uzayın incelenmesi gibi en geniş konulara kadar uzanmaktadır. Fizik çalışması, tüm maddelerin davranışını yöneten yasalara ve özelliklere odaklanır. Fizik genellikle göremediğimiz veya dokunamadığımız; ancak kanıtlayabildiğimiz şeyleri de içerir. Örneğin; yerçekimini göremiyoruz veya dokunamıyoruz, ancak yıllarca süren deneyler sayesinde onun orada olduğunu biliyoruz (Robb ve Gonzalez, 2017). Fizikçiler ayrıca enerji, mekanik, hareket, dalgalar, elektrik, nükleer reaksiyonlar ve kuvvetleri de inceler. Fizikle ilgilenen insanlar; köprüler, arabalar, binalar ve enerji santralleri gibi her gün gördüğümüz bazı şeyleri inşa etmek için bilimsel kanunları ve teorileri kullanırlar. Bir yapının veya bir motorun oluşturulmasında kesinlikle fizik dikkate alınır (Jegstad ve Sinnes, 2015).

Fizik, madde ve enerjinin özelliklerinin incelenmesidir. Bilim insanları dünyanın nasıl çalıştığını anlamak için fizikte; hareket, kuvvet, zaman, enerji, uzay ve daha pek çok şeye bakarlar. Fizikçiler, doğa ve enerji ile ilgili birçok farklı unsuru inceleyebilir ve ısı ve ışığın nasıl çalıştığı, radyasyon, mekanik, elektrik ve daha fazlası gibi konulara odaklanabilirler. Aslında, fizikte atom yapısı kadar küçük veya galaksiler kadar büyük bir şeyi inceleyebiliriz (Brown ve Weidner, 2023).

Fizik, evrenin temel bileşenlerinin, birbirlerine uyguladıkları kuvvetlerin ve etkileşimlerin ve bu etkileşimlerin ürettiği sonuçların incelenmesini içerir. Genel olarak fizik, temel bilim olarak kabul edilir; çünkü diğer doğa bilimleri, bu alanın ilke ve yasalarını kullanır. Fizik ise ilkeleri formüle etmek ve ölçmek için matematiğe başvurur. Evrenin ilkelerinin incelenmesi uzun bir tarihe sahip olsa da evreni yöneten yasalarla ilgili teorilerin formüle edilmesi, fizik çalışmalarını çok erken dönemlerinden beri merkezi hale getirmiştir. Fizik alanı son derece geniştir ve kuantum mekaniği, teorik fizik, uygulamalı fizik ve optik gibi çok çeşitli çalışmaları içermektedir. Araştırmacıları belirli bir alana odaklanmaya yönelten modern fizik anlayışı giderek yaygınlaşmaktadır (Young ve Freedman, 2014).

5. *Uzay Bilimleri*: Bu aynı zamanda astronomi olarak da bilinir; ancak uzay bilimleri gezegenleri incelemekten uzay araştırmalarını planlamaya kadar her Şeyi içerdiğinden, astronomiden çok daha fazlasıdır. Dünya gezegeninin ötesindeki evren hakkında hala bilinmeyen çok Şey var ve bu bilim dalı, uzayda meydana gelen tüm doğal fenomenler hakkında daha fazla Şey ğrenmeye odaklanmaktadır. Uzay bilimlerini oluşturan konulardan bazıları; uzay mühendisliği, kozmoloji, astrobiyoloji, gezegen bilimi gibi alanlardır. Astronomi ise en eski doğa bilimlerinden biridir. Uzay bilimi, uzay araştırmalarını ve uzay tıbbı ve astrobiyoloji gibi uzayda meydana gelen doğal olayları ve fiziksel cisimleri inceleyen tüm bilimsel disiplinleri kapsamaktadır (Newell, 2011).

2.1.3. Fen ğretimi Yöntemleri

Literatürde (Yaşar, 1998; Sharma, 2017; Mallick, 2023) yer alan bilgiler doğrultusunda fen ğretiminde kullanılan bazı yöntemlere aşağıda yer verilmiştir.

1. *Anlatım Yöntemi*: En popüler ve en eski ğretim yöntemlerinden birisidir. Ders, konuşma veya söylev Şeklinde verilir (Mallick, 2023). Anlatım yönteminin avantajlı yönleri şunlardır: Öğretmenin sistematik ve mantıklı bir tavrı varsa ders oldukça verimli geçer, ğretmen kendi ğretim tarzını geliştirmekte özgürdür ve zamandan ve enerjiden tasarruf sağlanır. Anlatım yönteminin dezavantajları ise çoğu zaman öğrenciler pasiftir ve öğrencilerin katkısı ve katılımı azdır (Sharma, 2017).

2. *Gösteri Yöntemi*: Deneylerin gösterilmesi öğrencilere somut deneyimler sağlar. Filmlerin, slaytların, projektörlerin kullanımını içerir. Bu yöntemde ğretmen teorik bir araştırma yapar ve bunu sınıfta kanıtlar (Yaşar, 1998). Gösteri yönteminin yararları şunlardır: Bu yöntemde hem ğretmen hem de ğrenci aktiftir, ekonomiktir ve daha az zaman alır ve öğrenciler gözlem, muhakeme ve düşünme gücünü geliştirirler. Gösteri yönteminin dezavantajları ise bu yöntem tüm öğrencilere deney yapma şansı sağlamaz, yaparak yaşayarak öğrenme prensibine dayalı değildir ve öğrencilerde analitik bir tutum geliştirmez (Mallick, 2023).

3. *Laboratuvar Yöntemi*: Deneysel yöntem olarak da bilinir. Fen öğretimini anlamlı, etkili, ilgi çekici ve anlaşılır kılmak için sadece öğretmek yeterli olmaz; yaparak yaşayarak öğrenme olanağı da sağlamak gerekir. Bu yöntem yaparak yaşayarak öğrenme ilkesine dayanır (Yaşar, 1998). Öğrencilere kendi inisiyatif ve çabalarıyla deneylerini yapabilmeleri için laboratuvar ortamında gerekli tüm araç-gereçler ve uygun aletler verilir, sonrasında ğrenci deneyi yapar, gözlemini kaydeder ve sonuca

ulaşır. Öğretmen ise gerektiğinde onlara rehberlik eder (Mallick, 2023).

Laboratuvar yönteminin yararları şunlardır: Öğrenciler, bilimsel aparat ve ekipmanı kullanma konusunda pratik beceriler ve yeterlilik öğrenirler; düşünme, akıl yürütme ve problem çözme alışkanlığının geliştirilmesine yardımcı olur; öğrenci merkezli bir yaklaşımdır; bilimsel tutumu, bilimsel bakış açısını ve bilimsel ısrarı güçlendirmeye yardımcı olur; bilimsel gerçeklerin ve ilkelerin araştırılması, denenmesi ve doğrulanmasının yolunu açar. Laboratuvar yönteminin dezavantajları ise her çocuğa ekipman sağlamak oldukça pahalıdır, çok zaman alır, her öğretmen bu yöntemi etkili bir şekilde kullanamaz ve her kavram bu yöntemle öğretilmediği için sınırlı uygulanabilirliği vardır (Sharma, 2017).

4. Sezgisel Yöntem: Sezgisel, keşfetmek anlamına gelen 'Heurisco' kelimesinden türetilmiştir. Sezgisel yöntem, öğrencilerin bağımsız düşünerek kendileri için doğruyu bulmalarına yol açan bir süreçtir. Bu yöntem, öğrencilerin daha sonraki deneyler için durup düşünmelerine, tartışmalarına ve değişiklikler önermelerine izin verilmesini gerektirir. Öğrenciler problemi çözmek için iş birliği yapar ve gözlemler. Burada öğretmenin rolü rehberlik etmek ve kolaylaştırıcı olmaktır. Öğretmen, çocuğa yalnızca çabalarıyla zorluklarının üstesinden gelemediğinde yardım eder (Mallick, 2023).

Sezgisel yöntemin yararları şunlardır: Öğrencilerde sorgulama ruhunu geliştirir, öğrenci öğrenme sürecine aktif olarak katılır, kendi kendine çalışma ve kendini yönetme gibi durumları teşvik eder, elde edilen bilgi daha kalıcıdır, öğrencinin gözlemi ve düşünme yeteneği gelişir. Sezgisel yöntemin dezavantajları ise küçük yaştaki öğrencilere bu yöntemle öğretmek zordur, öğretmenden olağanüstü emek ve özel hazırlık ister, çok zaman alıcı ve pahalıdır, öğrencilerle özel ilgilenilmesini gerektirdiği için sayıca fazla sınıf için uygun değildir (Sharma, 2017).

5. Gözlem Yöntemi: Gözlem yönteminde öğrenciler gözlem yaparak bilgi edinirler. Gözlemler ile öğrenciler, çevrelerindeki doğayı görebilirler. Gözlem yapma, çok dikkatli bir şekilde bakmayı ve dinlemeyi içermektedir. Gözlem yönteminin yararları şunlardır: Öğretmen ve öğrenci arasındaki ilişki samimi ve sağlıklı hale gelir, öğrenciler nesnelere benzerliklerini ve farklılıklarını açık ve verimli bir şekilde gözlemler ve anlarlar, öğrenciler kendini yöneten, kendine güvenen ve kendinden emin hale gelirler. Gözlem yönteminin dezavantajları ise uygulanabilir değil yani pratik kısmı gelişmemiş durumdadır, kültürel ve dil engelleri söz konusu olabilir ve veri toplama oldukça zordur (Yaşar, 1998).

6. *Proje Yöntemi*: Proje yöntemi, öğrencinin daha önce bilmediği bir şeyi araştırmayı, keşfetmeyi ve bulmayı içermektedir. Öğrenci bir bilim insanı gibi davranır. Bu yöntemde öğrencilere bir problem sunulur ve öğrenciler bu probleme çözüm bulurlar (Mallick, 2023). Proje yönteminin faydaları şunlardır: Öğrenciler, projenin yürütülmesi süresince aktiftirler; öğrencilerin sabır, memnuniyet ve tatmin niteliklerini geliştirir; yaparak yaşayarak öğrenme ilkesine dayanır ve öğrenciler çeşitli konular arasında ilişki kurabilirler. Proje yönteminin dezavantajları ise çok zaman alır, pahalıdır, müfredatın tamamı bu yöntemle öğretilemez ve bu yöntemde, öğretme ve öğrenme dağınık, düzensiz ve süreksiz hale gelir (Sharma, 2017).

7. *Problem Çözme Yöntemi*: Problem çözme yaklaşımı bir zorunluluğun sonucudur. Problem, öğrencilerin düzeyine göre olmalı ve açık ve net bir dille ifade edilmelidir. Öğrencilerden öğretmenin yardımıyla problemin analizini ve sentezini yapmaları ve çözüm bulmaya çalışmaları istenir. Problem çözme yönteminin yararları şunlardır: Öğrenciler problemlerine kendileri çözüm bulmayı öğrenirler, öğrenciler gözlem yapma ve muhakeme gücünü geliştirirler ve veri toplama, değerlendirme ve çıkarım yapma sürecini tanıma fırsatı bulurlar. Problem çözme yönteminin dezavantajları ise zaman ve enerji tüketen bir yöntemdir, alt sınıflar için uygun değildir ve bu yöntem, üstün yetenekli öğrenciler ve öğretmenler için idealdir (Yaşar, 1998).

Fen bilimlerinin öğretiminde öğretim yöntemlerinin bir başka sınıflandırması ise şu şekildedir (Koksal ve Berberoglu, 2012).

1. *Doğrudan Öğretim*: Doğrudan öğretim, öğretmenin içeriği öğrencilere sunduğu ve dikkatin öğretime odaklanması ve öğretmenin öğrencilerle iletişimi ile vurgulandığı öğretimdir (Juuti, Lavonen, Uitto, Byman ve Meisalo, 2010). Doğrudan öğretimin genel formatına bazen öğretmen merkezli öğretim de denir ve ABD'de genellikle "didaktik" yaklaşımlar olarak anılır (Huang, Ding ve Hu, 2016). Öğretmenlerin sınıfın epistemik otoritesini elinde tutması ve bu yaklaşımın daha aşırı örneklerine, öğrencilerin öğretmenlerin eylemlerine ve ifadelerine karşı sessiz ve dikkatli kalması verilebilir. Bu gibi durumlarda öğrenci etkinlikleri, verilen bir problem üzerinde bireysel olarak çalışmayı veya öğretmeni ders formatında yeni içerik sunarken gözlemlemeyi içerebilir (Juuti vd., 2010).

2. *Yapılandırıcı Odaklı Öğretim*: Doğrudan öğretimin aksine, öğrencilerin kavramsal anlayışı geliştirmek veya sınıfta öğrenciler arasında daha fazla sosyal etkileşim için öğrencilerin daha fazla epistemik otorite almalarını vurgulayan alternatif

öğretim biçimleri vardır. Bu biçimleri temsil eden iki geniş kategori, Yapılandırmacı Odaklı ve İşbirlikçi Öğretimdir. Yapılandırmacı odaklı öğretim tipik olarak dört unsurun bir kombinasyonunu içerir: Öğrencilerin bilgilerini ortaya çıkarmak, bir şekilde bilişsel farkındalık oluşturmak, bilgiyi geri bildirimle uygulamak ve öğrenme üzerine düşünmek. Bunlar genellikle sorgulamaya dayalı öğretim olarak da bilinmektedir (Loyens ve Rikers, 2016). Yapılandırmacı odaklı öğretim sırasındaki öğrenci etkinlikleri, öğrencilerin fikirleri hakkında kavram haritaları geliştirmelerini veya sınıf olarak kavramları tartışmalarını içerebilir (Juuti vd., 2010).

3. İşbirlikçi Öğretim: İşbirlikçi öğretim, fen öğretimi ve öğrenimine uygulanan sosyal yapılandırmacılığın teorik bakış açılarıyla bilgilendirilen gruplar veya takımlar halinde birbirleriyle etkileşime giren öğrenciler tarafından karakterize edilir (Slavin, 2016). Öğrencileri gruplara ayırmak öğrenmelerini desteklemek için yeterli değildir; öğrenciler, iş birliğinin yalnızca grup başarısını değil bireysel başarıyı da desteklediğini anlamalıdır. Yapboz, ev grubu vb. gibi iş birliğine dayalı gruplandırmaya yönelik çeşitli yaklaşımlar önerilmiştir (Fulmer, Ma ve Liang, 2019). Bu tür zamanlarda öğrenci etkinlikleri, çiftler veya takımlar halinde çalışmayı veya yapboz gibi belirli bir gruplandırma biçimini kullanmayı içerir (Juuti vd., 2010). Çoğu fen eğitimi araştırma çalışması, doğrudan öğretime kıyasla yapılandırmacı odaklı ve işbirlikçi yaklaşımların faydalarını göstermiştir. Yine de pratikte kombinasyonların mümkün olması nedeniyle yöntemler birbirini dışlayan olarak değerlendirilmemelidir (Koksal ve Berberoglu, 2012).

2.1.4. Fen Bilimleri Eğitimi

Fen eğitimi, ilköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinden üniversite öğrencilerine veya yetişkinlere toplum içinde fen bilimlerinin öğretilmesi ve öğrenilmesidir. Fen eğitimi alanı; fen bilimleri içeriği, bilimsel yöntem ve öğretim pedagojisi alanlarındaki çalışmaları içerir. Fen eğitimi, öğrencilerin fen bilimlerinde bir anlayış geliştirmeleri için standartlar sağlar. Fen bilimleri, gözlem ve deney yoluyla fiziksel ve doğal dünyanın yapısını ve davranışını inceleyen bilgi dalını kapsayan evrensel bir konudur. Fen eğitimi en yaygın olarak şu üç alana ayrılır: Biyoloji, kimya ve fizik (Jegstad ve Sinnes, 2015).

Fizik eğitimi, madde ve enerji ve bunların etkileşimleri ile ilgilenen bilimin incelenmesi ile karakterize edilir. Amaç, öğrencilerin fizik bilgilerini ve anlayışlarını

zenginleştirmektedir. Kimya eğitimi, maddelerin bileşimi, yapısı ve özellikleri ve geçirdikleri dönüşümlerle ilgilenen bilim çalışmasıyla karakterize edilir. Kimya, kimyasalların ve elementlerin ve bunların etkilerinin ve niteliklerinin incelenmesidir. Biyoloji eğitimi, tüm canlı organizmaların yapısı, işlevi, kalıtımı ve evriminin incelenmesi ile karakterize edilir. Biyoloji; canlı organizmaların incelenmesidir (Azmat, 2013).

Öğrencilerin etkin bir fen bilimleri eğitiminde dersin tamamına olan ilgisini kaybetmemesi ve derse karşı olumsuz bir tutum geliştirmemesi önemlidir. Öte yandan fen bilimleri başarısı ile zihinsel gelişim arasındaki ilişkinin anlamlı ve pozitif yönlü olduğu bilinmektedir (Özkan vd., 2020). Bu nedenle bilgi ve teknolojinin hızla ilerlediği günümüz dünyasında, öğrencilere önceden paketlenmiş bilgi vermek yerine, bilgiye ulaşmanın farklı yollarını öğretmeye önem verilmelidir (Bilgin, 2006). Literatürdeki çeşitli örnekler (Campbell, Campbell ve Dickinson, 1999; Haar, Hall, Schoepp ve Smith, 2002) sınıfta fen bilgisi öğretmenlerinin rollerine ilişkin bazı değişikliklerin yapılması gerektiğine işaret etmektedir. Bu çalışmalarda şu ortak sonuçlara ulaşılmıştır:

1. Öğretmen kendini tüm etkinliklerin merkezi, temel bilgi kaynağı ya da lisanslı uzman olarak görmemelidir.
2. Öğretmen öğrencilerine bilgiyi aktarmamalı, bunun yerine araştırmayı güçlendirmeli ve öğrencileri sınıf etkinliklerine katılmaya motive etmelidir.
3. Öğretmen, öğrencilerin bireysel farklılıklarını dikkate alarak ders içeriklerini ve öğretim yöntemlerini hazırlamalıdır.

Türkiye’de Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı 1739 sayılı Millî Eğitim Temel Kanunu’nun 2. maddesinde ifade edilen Türk Millî Eğitiminin Genel Amaçları ve Temel İlkeleri esas alınarak hazırlanmıştır. Bütün bireylerin fen okuryazarı olarak yetişmesini amaçlayan Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı’nın temel amaçları şunlardır (Millî Eğitim Bakanlığı, 2018):

1. Astronomi, biyoloji, fizik, kimya, yer ve çevre bilimleri ile fen ve mühendislik uygulamaları hakkında temel bilgiler kazandırmak,
2. Doğanın keşfedilmesi ve insan-çevre arasındaki ilişkinin anlaşılması sürecinde, bilimsel süreç becerileri ve bilimsel araştırma yaklaşımını benimseyip bu alanlarda karşılaşılan sorunlara çözüm üretmek,
3. Birey, çevre ve toplum arasındaki karşılıklı etkileşimi fark ettirmek; toplum,

- ekonomi ve doğal kaynaklara ilişkin sürdürülebilir kalkınma bilincini geliştirmek,
4. Fen bilimleri ile ilgili kariyer bilinci ve girişimcilik becerilerini geliştirmek,
 5. Günlük yaşam sorunlarına ilişkin sorumluluk alınmasını ve bu sorunları çözmede fen bilimlerine ilişkin bilgi, bilimsel süreç becerileri ve diğer yaşam becerilerinin kullanılmasını sağlamak,
 6. Bilim insanları bilimsel bilginin nasıl oluşturulduğunu, oluşturulan bu bilginin geçtiği süreçleri ve yeni araştırmalarda nasıl kullanıldığını anlamaya yardımcı olmak,
 7. Doğada ve yakın çevresinde meydana gelen olaylara ilişkin ilgi ve merak uyandırmak, tutum geliştirmek,
 8. Bilimsel çalışmalarda güvenliğin önemini fark ettirerek güvenli çalışma bilinci oluşturmak,
 9. Sosyobilimsel konuları kullanarak muhakeme yeteneği, bilimsel düşünme alışkanlıkları ve karar verme becerileri geliştirmek,
 10. Evrensel ahlak değerleri, millî ve kültürel değerler ile bilimsel etik ilkelerinin benimsenmesini sağlamak.

2.2. Fen Bilimleri Eğitiminde Laboratuvar

2.2.1. Fen Laboratuvarı Kavramı ve Tarihsel Süreci

Fen öğretiminin temel amaçlarından biri hızla değişen ve gelişen çağa uyum sağlayabilecek, en son teknolojik yeniliklerden yararlanabilecek bireyler yetiştirmektir (Hançer, Şensoy ve Yıldırım, 2003). Bu amaca ulaşabilmek için fen laboratuvarlarının öğrencilerin öğrenme sürecine aktif katılımlarında son derece önemli bir rol oynadığı bilinmektedir. (Duban, Aydoğdu ve Yüksel, 2019). Laboratuvar çalışmaları; öğretilen kavramların pratiğini genişlettiği, deneyim yoluyla beceriler kazanmaya izin verdiği, bilimsel alanlardaki öğrenmeyi desteklediği ve dersin içeriğini daha anlaşılır kıldığı için fen dersinin önemli bir parçasıdır (Makransky, Thisgaard ve Gadegaard, 2016).

Fen laboratuvarları; öğrencilerin bilimsel kavramlara ilişkin anlayışlarını, bilimi sorgulama becerilerini ve bilim algılarını geliştirdikleri, öğrencilerin bilimsel olguları araştırmak için küçük gruplar halinde iş birliği içinde çalışabilecekleri öğrenme ortamlarıdır (Hofstein ve Lunetta, 2003). Laboratuvar eğitimi; fen biliminin materyallerini gözleme ve kullanma konusundaki ilk elden deneyimin, fen bilimine olan merakın ve kendini geliştirmenin, nihai olarak da daha ileri çalışma veya

araştırma için gerekli becerilerin verildiği yerlerdir (Leite ve Dourado, 2013). Laboratuvarın temel amacı, bütüncül bir şekilde kavramsal bilgi geliştirmek ve uygulamaya aktarmaktır (Makransky vd., 2016).

Shulman ve Tamir (1973), fen derslerinde laboratuvarın kullanılmasıyla ulaşılabilecek beş hedef noktayı şu şekilde listelemişlerdir:

1. Beceriler – kararlı, sorgulayıcı, araştırmacı, organizasyonel, iletişimsel
2. Kavramlar – örneğin, hipotez, teorik model, taksonomik kategori
3. Bilişsel yetenekler – eleştirel düşünme, problem çözme, uygulama, analiz, sentez
4. Bilimin doğasını anlamak – bilimsel girişim, bilim insanları ve nasıl çalıştıkları, çok sayıda bilimsel yöntemin varlığı, bilim ve teknoloji ile bilimin çeşitli disiplinleri arasındaki karşılıklı ilişkiler
5. Tutumlar – örneğin; merak, ilgi, risk alma, nesnellik, kesinlik, güven, azim, tatmin, sorumluluk, fikir birliği, iş birliği ve fen biliminden hoşlanma

Eğitim laboratuvarları, 1800'lerden beri fen bilimleri derslerinin ortak bir özelliği olmuş ve 1960'ların reformları sırasında özel bir önem kazanmıştır. Fen bilimlerinde laboratuvar çalışmaları, öğrencileri nesnel ve kavramlarla ilgili somut deneyimlere dâhil etmek için uzun süredir kullanılmaktadır (Çakıroğlu, 2006). Bu çalışmalar 19. yüzyılda hızlanmıştır. 1892'de Griffin "Laboratuvarlar okullarda yerini aldı ve tanıtılması başarılı oldu. Eğitimde devrim yapmak için tasarlandı. Öğrenciler, görerek ve yaparak laboratuvarlarımızdan mezun olacaklar." demiştir. 1910'lu yıllarda, ilerici eğitim hareketi genel olarak fen öğretiminin doğası ve özel olarak da laboratuvar çalışmasının rolü üzerinde büyük bir etkiye sahip olmuştur. İlerici eğitim hareketinin lideri John Dewey, araştırmacı bir yaklaşımı ve "yaparak öğrenmeyi" savunmuştur. Bu dönemde ders kitapları ve laboratuvar kılavuzları daha uygulamalı ve faydacı bir yönelim kazanmaya başlamıştır (Hofstein ve Lunetta, 1982).

Birinci Dünya Savaşı'ndan sonra, laboratuvar etkinlikleri büyük ölçüde öğretmenden veya ders kitabından öğrenilen bilgileri doğrulamak ve göstermek için kullanılmaya başlanmıştır. Bu yönelim, 1960'ların yeni fen müfredatına kadar nispeten değişmeden kalmıştır. Bilim süreçlerini vurgulayan ve daha yüksek bilişsel becerilerin gelişimini önemseyen yeni müfredatta, laboratuvar sadece gösterme ve doğrulama için değil, aynı zamanda fen öğrenme sürecinin çekirdeği olarak merkezi bir rol kazanmıştır (Shulman ve Tamir, 1973).

1960'tan beri, bilimde öğretim stratejileri Piaget'nin gelişim modelinden etkilenmiştir.

Sonuç olarak çağdaş müfredat, öğrencilerin aktif katılımını gerektiren laboratuvar ortamlarında somut materyallerin kullanımını içermiştir (Hofstein ve Lunetta, 1982). 1970'lerde ve 1980'lerin başında yapılan çalışmalar, öğrencilerin derslerde laboratuvar çalışmalarından hoşlandıklarını ve laboratuvar deneyimlerinin öğrencilerin fene karşı olumlu tutumları ve ilgileri ile sonuçlandığını göstermiştir. Bununla birlikte 1980'lerden başlayarak, fen eğitimi çalışmaları duyuşsal alandan uzaklaşarak genel olarak bilişsel alana ve özel olarak da kavramsal değişime doğru kaymıştır (Hofstein ve Lunetta, 2003).

21. yüzyılın başında fen eğitiminde yeni bir reform çağına girilmiştir. Fen öğrenimi ve öğretiminin hem içeriği hem de pedagojisi incelenmekte ve fen eğitimi şekillendirmek ve canlandırmak için yeni standartlar ortaya çıkmaktadır. Genel olarak sorgulamanın, fen eğitimindeki uygulamalı çalışmaların ve bilimsel okuryazarlığın başarılmasına yönelik çalışmalar sürmektedir (Hofstein ve Mamlok-Naaman, 2007). Kirscher, Sweller & Clark (2006) tarafından belirtildiği gibi, fen öğretimi ve öğrenimi sırasında öğretimsel rehberliğin etkisi hakkındaki tartışmalar en azından son yarım yüzyıldır devam etmektedir. Tartışmalar, öğrencilerin en iyi rehberliksiz / minimal rehberlikli bir öğretme-öğrenme ortamında mı öğrendikleri yoksa yeni öğrenenlere kavramlar ve prosedürler konusunda doğrudan öğretim rehberliği mi verilmesi gerektiği üzerinedir.

2.2.2. Laboratuvar Çalışmalarının Hedefleri

Laboratuvar çalışmalarının öğrenciler için bir dizi hedefi desteklediği belirtilmektedir (Hofstein ve Lunetta, 1982; Lunetta, 1998; Hofstein ve Lunetta, 2003). Bu hedefler aşağıda sunulmuştur (National Research Council, 2006).

1. *Fen konularına hakimiyetin artırılması.* Laboratuvar çalışmaları öğrencilerin, belirli bilimsel gerçekler ve kavramlar ve bu gerçekler ve kavramların bilimsel disiplinlerde düzenlenme biçimleri hakkındaki anlayışını geliştirebilir.

2. *Bilimsel muhakeme becerilerinin geliştirilmesi.* Laboratuvar çalışmaları öğrencilerin, bilime rehberlik eden soruları ve kavramları belirleme yeteneğini geliştirebilir.

3. *Ampirik çalışmanın karmaşıklığını ve belirsizliğini anlamak.* Laboratuvar çalışmaları öğrencilerin, doğal olayların doğasında var olan karmaşıklığı ve belirsizliği

somut olarak anlamalarına yardımcı olabilir. Laboratuvar alışmaları ile öğrenciler; gözlem yapmak için kullanılan ekipmanda sorun gidermeyi, ölçüm hatalarını anlamayı, elde edilen verileri yorumlamayı, ekipmanları toplamayı, fiziksel dünyayı doğrudan gözlemlemeyi ve zorlukları çözmeyi öğrenebilirler.

4. *Pratik becerilerin geliştirilmesi.* Laboratuvar çalışmalarında öğrenciler, bilimin araçlarını ve kurallarını kullanmayı öğrenebilirler. Örneğın, bilimsel ekipmanı doğru ve güvenli kullanma, gözlem yapma, ölçüm yapma ve iyi tanımlanmış bilimsel prosedürleri uygulama becerilerini geliştirebilirler.

5. *Bilimin doğasını anlamak.* Laboratuvar alışmaları öğrencilerin, “bilimin dünyayı anlamaya yönelik bir çaba olduğu ve bilimsel teorilerin, modellerin ve açıklamaların yeni kanıtlar temelinde zaman içinde değiştiği fikri gibi” bilimsel bilginin geliştirilmesi ve yorumlanmasında var olan değerleri ve varsayımları anlamalarına yardımcı olabilir.

6. *Bilimi ve fen bilimini öğrenmeye olan ilgiyi geliştirmek.* Bilimi "canlandıran" laboratuvar çalışmalarının bir sonucu olarak öğrenciler, bilim hakkında daha fazla şey öğrenmeye ilgi duyabilirler ve bilimi günlük yaşamla ilgili görebilirler.

7. *Takım alışması yeteneklerinin geliştirilmesi.* Laboratuvar alışmaları ayrıca öğrencilerin, karmaşık görevleri yerine getirirken başkalarıyla etkili bir şekilde iş birliği yapma, sorumluluğu paylaşma, farklı zamanlarda farklı roller üstlenme ve fikirlere katkıda bulunma ve yanıt verme becerisini geliştirebilir.

Shulman ve Tamir (1973), fen eğitiminde laboratuvar ğretimi için şu hedefleri önermişlerdir: (1) Fen biliminde ilgi, tutum, tatmin, açık fikirlilik ve merak uyandırmak ve sürdürmek; (2) yaratıcı düşünme ve problem çözme yeteneğini geliştirmek; (3) bilimsel düşünmeyi ve bilimsel yöntemi teşvik etmek (örneğin, hipotezler kurmak ve varsayımlarda bulunmak); (4) kavramsal anlayışı ve entelektüel yeteneği geliştirmek ve (5) pratik yetenekler geliştirmek (örneğin araştırmaları, gözlemleri tasarlama ve yürütme, verileri kaydetme ve sonuçları analiz etme ve yorumlama).

2.2.3. Fen Öğretiminde Laboratuvarın Önemi

Laboratuvarın benzersizliğinin temelinde öğrencilere araştırma ve sorgulama fırsatları sağlaması yatmaktadır (Hofstein ve Lunetta, 2003). Laboratuvar uygulamaları, teori ve pratik arasındaki boşluğu doldurmak için merkezi bir rol oynamakta, laboratuvar

uygulamalarının öğrencilerin fen kavramlarını daha kapsamlı ve anlamlı bir şekilde tanımlamalarına yardımcı olduğu bilinmekte ve laboratuvarların uzun zamandır fen eğitiminde önemli bir bileşen olarak kabul edilmektedir (Cullin, Hailu, Kupilik ve Petersen, 2017). Bu bağlamda öğrencilerin fen kavramlarını doğru bir şekilde edinebilmeleri ve kavram yanılgılarına düşmemeleri için öğretmenlerin laboratuvar çalışmalarına daha fazla ağırlık vermesi gerekmektedir. Bunun nedeni laboratuvar uygulamalarının öğrencilerin fen kavramlarını öğrenmelerinde önemli bir etkiye sahip olmasıdır (Staeck, 1995).

Fen eğitimcileri sıklıkla laboratuvar etkinlikleri sayesinde daha fazla öğrenmenin gerçekleştiğini vurgulamaktadırlar. Öğrenciler laboratuvarlarda deneyler yaparak doğrudan deneyim kazanmakta, fen eğitimine yönelik tutumları ve başarıları laboratuvar öğretimi yoluyla gelişmekte, laboratuvar öğretimi öğrencilerin fen eğitimindeki becerilerini geliştirmekte ve sonuç olarak, laboratuvar çalışmaları öğrencilere bilişsel, duyuşsal ve psikomotor temelli katkılar sağlamaktadır (Duban vd., 2019).

Laboratuvar etkinlikleri, öğrencilerin problem çözebilmeleri ve ilgili fen bilgilerini yapılandırabilmeleri açısından çok şey vaat etmektedir. Laboratuvar etkinlikleri entelektüel gelişim, sorgulama ve problem çözme becerilerini geliştirmede etkili olabilir. Ayrıca, laboratuvar etkinliklerinin gözlemsel ve manipülatif becerilerin geliştirilmesinde ve fen kavramlarını anlamada yardımcı olabileceğini savunulmaktadır (Tobin, 1990).

Laboratuvar çalışmalarına yönelik bazı olumsuz yaklaşımlar da söz konusudur. Bu olumsuz yaklaşımların dayanaklarını şunlar oluşturmaktadır: (1) Çok az öğretmen laboratuvarı etkili bir şekilde kullanma konusunda yetkindir; (2) laboratuvar etkinliğine çok fazla vurgu, dar bir bilim anlayışına yol açar; (3) yapılan deneylerin çocuğu önemsizdir; (4) laboratuvar çalışmaları genellikle çocukların yetenek ve ilgilerinden uzak ve alakasızdır (Hofstein ve Lunetta, 1982).

2.2.4. Eğitimde Laboratuvar Etkinlikleri

Eğitim laboratuvarı etkinlikleri genel olarak ikiye ayrılır; geleneksel laboratuvar etkinlikleri ve aktif katılımlı laboratuvar etkinlikleri (Çakıroğlu, 2006).

1. Geleneksel laboratuvar etkinlikleri: Öğrenciler genellikle eylemleri adım adım

gerçekleştirirler. Bu laboratuvarların amacı temel olarak belirli bir ders kitabı denkleminin doğruluğunu göstermektir (Hake, 1998). Geleneksel laboratuvar etkinlikleri, bazı yazarlar tarafından "yemek kitabı" olarak adlandırılmıştır. Yemek kitabı laboratuvarları; deneysel prosedür, boşluk doldurma, veri tablolarına entegre edilmiş tartışma ve yansıtıcı sorular içermeyen ayrıntılı talimatlar ve deney tamamlandıktan sonra ortaya çıkan belirli sorular sağlar (Leonard, 1991).

2. Aktif katılımlı laboratuvarı etkinlikleri: Son yirmi yılda gelişen eğitim laboratuvarlarını içerir. Bu laboratuvar çalışmalarında, öğrencilerin aktif katılımı ve keşfedici araştırmaları vardır (Hake, 1998). Bu tür laboratuvarlara genellikle keşif laboratuvarı, açık sorgulama veya rehberli keşif ya da etkileşimli katılım laboratuvarı denilmektedir. Bu laboratuvar aktivitesinde; modelleme atölyesi projesi, gerçek zamanlı fizik, bilimsel düşünme araçları, mikrobilgisayar tabanlı laboratuvar ve Sokratik diyalog oluşturma laboratuvarı gibi laboratuvar çalışmaları bulunmaktadır (Roath, McRobbie, Lucas ve Boutonne, 1997).

2.3. Akademik Başarı

2.3.1. Akademik Başarı Kavramı

Araştırmacıların öğrenci başarısını neyin oluşturduğunu tanımlamakta tereddüt etmeleri şaşırtıcı değildir. Terim, çok sayıda öğrenci kazanımını kapsayan, kapsamlı bir ifade olarak karşımıza çıkmaktadır. Akademik başarının tanımıyla ilgili belirsizlik, biraz da onun doğası gereğidir. Farklı kesimler başarıyı ve dolayısıyla akademik başarıyı farklı şekilde görmektedir. Terimin bu geniş kapsamı, eğitimcilerin akademik başarıyı net bir şekilde incelemesini sınırlamaktadır. Genellikle eğitim alanında akademik başarı, öğrenci başarısı ile eşitlenen ve genellikle öğrencilerin standart test puanlarındaki performansıyla bağlantılı, yaygın olarak kullanılan bir yapıdır (York, Gibson ve Rankin, 2019).

Akademik başarı veya akademik performans; bir öğrencinin, öğretmenin veya kurumun kısa veya uzun vadeli eğitim hedeflerine ulaşma derecesidir. Diplomalardan ve öğrenim düzeyleri gibi eğitim kriterlerinin tamamlanması akademik başarıyı temsil eder. Akademik başarı genellikle sınavlar veya sürekli değerlendirmelerle ölçülür; ancak en iyi nasıl değerlendirildiği veya hangi yönlerin en önemli olduğu konusunda genel bir anlaşma bulunmamaktadır (Stajkovic, Bandura, Locke, Lee ve Sergent,

2018).

Akademik başarı; öğrenme hızı, zeka gibi zihinsel faktörlere, benlik saygısı, kişilik yapısı, öz yeterlilik, motivasyon ve çalışma alışkanlıkları gibi duyuşsal faktörlere, anne-baba tutumları, ailenin sosyo-ekonomik durumu gibi çevresel faktörlere ve okul yöneticilerinin ve öğretmenlerin yeterlilik ve tutumlarına bağlıdır. Okulun amacının öğrencilerin bilişsel, sosyal ve psikolojik gelişimlerini gerçekleştirmek olduğu düşünüldüğünde, en temel okul çıktısının öğrenci başarısı olduğu söylenebilir (Sarier, 2016).

2.3.2. Akademik Başarıyı Etkileyen Faktörler

Akademik başarıyı etkileyen öğrenci temelli faktörler; öz saygı, öz yeterlilik, motivasyon ve çalışma alışkanlıklarıdır (Klomegah, 2007; Şevik, 2014; Dadlı, 2015; Sarier, 2016; Stajkovic vd., 2018).

1. Bireysel Farklılıklar: Akademik performanstaki bireysel farklılıklar, zeka ve kişilik farklılıklarıyla ilişkilendirilmiştir. IQ testlerinin gösterdiği gibi daha yüksek zihinsel yeteneğe sahip öğrenciler ile çaba ve başarı motivasyonu ile bağlantılı olarak daha çok çalışanlar, akademik ortamlarda yüksek başarı elde etme eğilimindedirler (Stajkovic vd., 2018).

2. Öz Saygı: Öz saygı, kişinin kendini değerli görmesi, benimsemesi, onaylaması ve kendinden memnun olmasıdır. Bu durum bireyin, bilişsel ve akademik yaşantısını etkiler (Choi, 2005).

3. Öz Yeterlilik: Öz yeterlilik, bireyin herhangi bir konuda istenilen başarı düzeyine ulaşmak için olası zorlukların üstesinden gelebileceğine dair kendi beceri ve yeteneklerine olan inancıdır (Schwarzer ve Hallum, 2008). Öz yeterlik, akademik başarının en iyi yordayıcılarından biridir ve bireyin bir şeyi yapabileceğine dair inancıdır (Stajkovic vd., 2018). Öz-yeterlik inancı bireylerin istekliliğini, hedeflere ulaşma çabalarını, motivasyon düzeylerini, zorluklara rağmen pes etmemelerini ve analitik düşünme becerilerini etkilemektedir. Öz yeterlik algısının akademik başarı ile olumlu yönde ilişkili olduğu bilinmektedir (Klomegah, 2007).

4. Öz Denetim: Özdenetim, akademik ortamda özdisiplin, otokontrol veya özyönetim; kişinin kendi tepkilerini değiştirme, özellikle de onları idealler, değerler, ahlak ve sosyal beklentiler gibi standartlarla uyumlu hale getirme ve uzun vadeli hedeflere

ulaşmayı destekleme kapasitesidir. Başka bir deyişle özdenetim, kısa vadeli dürtülerin cazibesinden çok uzun vadeli hedeflere öncelik verme yeteneğidir (Baumeister, Vohs ve Tice, 2007). Bir bireyin başarıyı kişisel karar vermeye ve disiplin gibi olumlu davranışlara atfettiği yüksek kontrol odağı, öz kontrolün bir uzantısıdır. Yüksek kontrol odağı, yüksek not ortalaması ile pozitif ilişkilidir (Hannon, 2014).

5. *Motivasyon*: Motivasyon, organizmayı davranışa iten, yön ve amaç veren çeşitli iç ve dış etkenler ile bunların işleyişini sağlayan mekanizmalar olarak tanımlanmaktadır. Yüksek motivasyona sahip öğrencilerin daha güçlü akademik özgüvene sahip oldukları, daha üretici davrandıkları ve daha yüksek akademik başarı elde ettikleri bilinmektedir (Boyd, 2002). Motivasyon, bir bireyin eylemlerinin arkasındaki mantıktır. Akademik performansı, motivasyonu ve azmi yüksek olan öğrenciler, dışsal hedefler yerine içsel hedefleri kullanmaktadırlar. Ayrıca, performanslarını geliştirmek için motive olan öğrenciler, akademik olarak daha iyi performans gösterme eğilimindedirler. Başka bir deyişle, başarı ihtiyacı yüksek olan öğrencilerin akademik performansı da yüksektir (Friedman ve Mandel, 2011).

6. *Ders Çalışma Alışkanlıkları*: Ders çalışma alışkanlıkları; düzenli ve sistemli çalışma, not tutma, hatırlama, tekrar etme, sınavlara hazırlanma, yazılı kaynaklardan yararlanma, dikkati odaklama ve problem çözme tekniklerinin öğrenilmesi ve bunlara ihtiyaç duyulmasıdır (Wagner, Schober ve Spiel, 2008). Öğrencilerin çalışma alışkanlıkları ile akademik başarıları arasında olumlu ve anlamlı ilişkiler bulunmaktadır (Özer ve Anıl, 2011).

Akademik başarıyı etkileyen okulla ilgili faktörler; derse yönelik tutum, öğretmen davranışları, okul yöneticisinin liderliği ve okul kültürüdür (Bulduklu, 2014; Şevik, 2014).

1. *Derse Yönelik Tutum*: Eğitim sürecinin önemli bir unsuru olan tutum, öğrenmenin gerçekleşmesinde etkilidir. Öğrencilerin öğrenmeye ve derse yönelik olumlu tutumları akademik başarıyı artırmaktadır (Yenilmez ve Özabacı, 2003).

2. *Öğretmen Davranışları*: Öğrenme-öğretme ortamında başarıyı etkileyen en önemli ve kritik değişken öğretmendir (Şevik, 2014). Öğretmenler, gelecek nesillerin bilişsel, duyuşsal, devinişsel ve devinimsel gelişimine ve yaşam biçimine yön veren, iletişim, araştırma ve üreticilik becerilerinin gelişimini etkileyen kişilerdir. Öğretmenlerin güler yüzlü, sempatik ve hoşgörülü tutum ve davranışları öğrencilerin istendik davranışlar

kazanmasında önemlidir (Sadık, 2002). Öğretmenlerin destekleyici davranışları, öğrenci başarısını artırmaktadır. Okul ortamını güvenli ve destekleyici olarak algılayan çocukların okul başarıları daha yüksektir (Kızıldağ, 2009).

3. *Okul Yöneticisinin Liderliği:* Yöneticiler; aldıkları kararların ve öğretime yönelik beklentilerin yanı sıra kaliteli eğitim için gerekli kaynakları sağlama, öğretmenleri değerlendirme ve geliştirme, öğrenme merkezli bir okul ikliminin oluşmasına öncülük etme gibi liderlik davranışlarıyla da öğrencilerin akademik başarılarını önemli ölçüde etkileyebilir (Şişman, 2018). Okul müdürlerinin öğrencilerin akademik başarıları üzerinde dolaylı; ancak güçlü bir etkiye sahip olduğu görülmektedir (Sarı ve Cenkseven, 2008).

4. *Okul Kültürü:* Okul kültürünün, öğrencinin sosyal yaşamında yer alan ve aynı zamanda kişiliğinin oluşmasında rol oynayan, öğrenmesini ve bu öğrenme sonucunda okul başarısını belirleyen faktörlerden biri olduğu belirtilmektedir. Okul kültürü; okulla ilgili inançlar, normlar, değerler, gelenekler, ritüeller ve semboller olarak tanımlanmaktadır (Şişman, 2014). Okul kültürü, öğrenci başarısını nihai olarak etkileyen aracı bir değişken olarak görülmektedir (Schoen ve Teddlie, 2008).

Akademik başarıyı etkileyen aile temelli faktörler; ebeveynlerin tutum ve davranışları, ebeveynlerin eğitime katılımları, ebeveynlerin eğitim düzeyi ve ailenin sosyo-ekonomik durumudur (Özer ve Anıl, 2011; Şevik, 2014; Sarier, 2016).

1. *Ebeveynlerin Tutum ve Davranışları:* Ebeveynlerin çocuklarına yönelik destekleyici tutum ve davranışları, eğitim kalitesinin artırılması için önemli görülmektedir. Aile desteği ve ilgisi ile akademik başarı ve okul uyumu arasında pozitif bir ilişki bulunmaktadır (Carlson, 1999).

2. *Eğitime Katılım:* Ebeveynlerin evde çocuklarıyla okul hakkında sohbet etmesi, ödevlerine yardım etmesi, okul etkinliklerine ve toplantılarına gönüllü olarak katılması, öğretmenlerle görüşmesi gibi birçok uygulama kapsamında değerlendirilen aile katılımı, öğrenci başarısını olumlu yönde etkilemektedir (Şad, 2012).

3. *Ebeveynlerin Eğitim Düzeyi:* Çocuğun aile ortamında aldığı ilk eğitim; kişilik yapısını, sosyal ve entelektüel gelişimini etkilemektedir (Sarier, 2016). Anıl (2009), öğrencilerin fen başarı puanı ile "anne ve babanın eğitim düzeyi" ve "ailenin kültürel zenginliği" değişkenleri arasında pozitif bir ilişki olduğunu belirtmektedir.

4. *Ailenin Sosyo-Ekonomik Düzeyi:* Ailenin sosyo-ekonomik düzeyi öğrenci

başarısında önemli bir role sahiptir. Ailenin sosyo-ekonomik düzeyi, ailenin gelir düzeyi, yaşadığı sosyal çevre ve toplumdaki statüsü, bilgisayar sahipliği gibi değişkenleri ifade etmektedir (Özer ve Anıl, 2011).

Yukarıda ele alınan faktörler dışında akademik başarıyı etkileyen diğer faktörler de bulunmaktadır. Bu faktörlerden bazıları şunlardır:

Akademik performans ile ders dışı etkinliklere katılım arasında olumlu bir bağlantı olduğu öne sürülse de bu ilişkinin arkasındaki uygulama her zaman net değildir. Ayrıca, akademik başarı ile ders dışı etkinliklere katılım arasındaki ilişkiyi etkileyen; kimlik gelişimi, olumlu sosyal ilişkiler ve davranışlar ve ruh sağlığı gibi birçok faktör vardır (Mahoney, Taylor, Kanarek ve Samuel, 2005).

Akademik performans açısından dikkate alınması gereken başka değişken de vardır. Bu değişkenlerden bazıları şunlardır: Demografik ve ailevi etkiler, program kaynakları ve içeriği (Mahoney vd., 2005), sosyo-ekonomik durum (Covay ve Carbonaro, 2010), akran ilişkileri ve desteği (Eccles ve Templeton, 2002). Tüm bu değişkenleri göz önünde bulundurarak, akademik başarının hem olumlu hem de olumsuz açıdan nasıl görülebileceğini daha iyi anlamak önemlidir (Covay ve Carbonaro, 2010).

2.4. Bilimsel Süreç Becerileri

2.4.1. Bilimsel Süreç Becerileri Kavramı

Bilimsel süreç becerileri kavramı, yüz yılı aşkın bir süredir bilim eğitiminin kritik bir özelliği olarak her zaman vurgulanmıştır. Layton, İnsanlar İçin Bilim (1973) isimli kitabında bilimin özelliğinin bilginin elde edildiği yöntem olduğunu belirtmiştir. Layton, okullarda bilimin sadece bilgi açısından değil, aynı zamanda gözlem ve muhakeme gücünü eğittiği için de dikkate alındığını bildirmiştir (Senem, 2013).

Bilimsel süreç becerileri, bilim insanları tarafından bilgiyi derlemek, problemler hakkında düşünmek ve sonuç çıkarmak için kullanılan becerilerin uyarlamaları olarak yorumlanmaktadır. Bir başka açıdan bilimsel süreç becerileri, öğrencinin kendi benliğinin kaynağı olan entelektüel, sosyal ve fiziksel becerileri geliştirmeye yönelik içgörüler olarak tanımlanır (Karlı, Yaman ve Ayas, 2010).

Bilimsel süreç becerileri, bir problemin temsil edildiği, problemin çözümüne ulaşmak için sistematik bir sürecin yürütüldüğü bir problem çözme becerisi olarak

görülmektedir. Bilimsel süreç becerileri bilgiye ulaşma yollarının öğretilmesi açısından önemlidir. Öğrenciler hem bilimsel araştırmalar yaparlarken hem de öğrenme süreçlerinde, süreç becerilerine ihtiyaç duyarlar (Harlen, 2000). Bilimsel süreç becerilerinin aynı zamanda öğrencilerin anlamlı bir öğrenme deneyimi yaşamalarını sağlayabileceğine inanılmaktadır; çünkü bu beceriler öğrencilerin üst düzey düşünme geliştirmelerine yardımcı olmaktadır (Lee, Hairston, Thames, Lawrence ve Herron, 2002).

Bilimsel süreç becerileri, bilimsel etkinliklerde uygulanabilecek psikomotor, duyuşsal ve bilişsel beceriler olmak üzere üç boyutu içeren bir yaklaşımdır. Bilimsel süreç becerileri yaklaşımı, öğrenmede öğrencilerin aktif olarak yer almaları için bir fırsat sunar, böylece süreç becerileri ile bilimin olguları, kavramları ve ilkeleri arasında öğrencilerin bilimsel tutumlarını geliştirebilecek bir etkileşim oluşturulabilir (Juhji ve Nuangchalerm, 2020).

Bilimsel süreç becerileri, gerekli düşünme ve muhakeme türlerini tanımlamaktadır. Süreç becerileri temel ve bütünlük süreç becerileri olmak üzere iki kategoriye ayrılmaktadır (Martin vd., 2001). Temel bilimsel süreç becerileri gözlemeleme, sınıflandırma, ölçme, tahmin etme (Walters ve Soyibo, 2001), sayıları kullanma, uzay ilişkilerini ve zamanı kullanma, iletişim kurarak sonuca varma gibi bilimsel sorgulamada entelektüel bir temel sağlar (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 son süreç becerileridir (Restami, Suma ve Pujani, 2013). Temel bilimsel süreç becerileri, bilimsel sorgulamanın entelektüel temelini oluşturmaktadır. Temel süreç becerileri, bütünlük süreç becerilerinin önkoşullarıdır. Bütünleştirilmiş süreç becerileri ise problem çözme ya da fen deneyleri yapmada kullanılan son becerilerdir (Germann ve Aram, 1996).

2.4.2. Bilimsel Süreç Becerilerinin Sınıflandırılması

Temel bilimsel süreç becerileri ve bütünlük süreç becerileri olarak iki kategoride ele alınan bilimsel süreç becerileri, birçok bilim insanı tarafından farklı şekillerde tanımlanmakta ve benzer şekilde farklı kategorilerde değerlendirilmektedir. Temel ve

bütünleşik bilimsel süreç becerileri aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 2.1.

Temel Bilimsel Süreç Becerileri ve Bütünleşik Bilimsel Süreç Becerileri

Temel Bilimsel Süreç Becerileri	Bütünleşik Bilimsel Süreç Becerileri
Gözlem	Hipotezleri Formüle Etme
Ölçüm	Değişkenlerin Belirlenmesi ve Kontrol Edilmesi
Çıkarım	Deney Yapma ve Tasarlama
Sınıflandırma	Veri Toplama ve Yorumlama
Tahmin	Modelleme
Bilimsel İletişim Kurma	

2.4.2.1. Temel Bilimsel Süreç Becerileri

Temel bilimsel süreç becerileri başlığı altında gözlem, ölçüm, çıkarım, sınıflandırma, tahmin, bilimsel iletişim kurma yer almaktadır.

1. Gözlem: Gözlem yaparken; nesnelerin özellikleri, hareketlerindeki ve yapılarındaki değişimler, olaylardaki gelişimler dikkate alınmaktadır (Buxton ve Provenzo, 2007). Gözlemde beş temel duyunun tümü yani görme, duyma, tatma, koklama ve dokunma duyuları kullanılmaktadır. Gözlem yoluyla elde edilen somut bilgiler daha üst düzey düşünme için bir temel oluşturduğundan, gözlem diğer tüm beceriler için temel oluşturmaktadır (Senem, 2013).

Gözlem, aynı etkinlikte niteliksel, niceliksel veya her ikisi birden olabilir. Nitel gözlemler doğrudan duyu organları ile yapılan gözlemlerdir; örneğin bir çiçeğin yüzeyinin pürüzlü olması, bozuk meyve kokusu gibi. Nicel gözlemler, şeyler veya olaylarla ilgili standart veya standart olmayan birimlere sahip verilere dayanır (Martin, 2006). Örneğin bir çiçeğin boyunun uzamasının sayısal rakamlarla gösterilmesi nicel bir gözlemdir. Ayrıca, ayrıntılara veya küçük değişikliklere dikkat edilmesi gereken her iki gözlem türünde de, el merceği veya stetoskop gibi bir alet kullanarak duyuları genişletmek ve gözlemleri ölçmek için ölçüm aletleri kullanmak uygun olacaktır (Harlen ve Qualter, 2009).

Sistematik ve kontrollü gözlem, bilimsel araştırmanın temelidir. Sistematik ve kontrollü gözlemi günlük hayatta yapılan gözlemlerden farklı kılan, yönlendirici bir soruyla başlamasıdır (Buxton ve Provenzo, 2007). Sistematik gözlem, çıkarımlara bakılmaksızın nesne, olay veya süreçle ilgili doğrudan deneyimlemeye dayanır. Bununla birlikte, gözlemlerin yorumları, duruma getirilen önceki kişisel bilgi ve

fikirlerle dayanmaktadır (Carin ve Bass, 2001).

2. *Ölçüm*: Ölçme, en basit anlamıyla saymak ve karşılaştırmaktır. Bir nesnenin veya olayın boyutlarını ölçmek için çeşitli araçların kullanılmasını içerir (Buxton ve Provenzo, 2007). Ölçüm işlemi standart cihazlarla veya standart dışı yöntemlerle yapılabilir (Wolfinger, 2000). Ayrıca ölçme becerisi, bir ölçme aracı kullanmadan bir ölçümü tahmin etmeyi veya yaklaşık olarak söylemeyi içerir. Ölçme önemli bir bilimsel süreç becerisidir; çünkü tahminlerin ve açıklamaların kalitesi ve kesinliği ölçüm yapılarak geliştirilebilir (Carin ve Bass, 2001).

Gayri resmi yani standartlaştırılmamış ölçüm; ayak, adım, kol, el, parmak veya başka bir birim ile yapılan ölçümleri içerir. Örneğin, öğrenciler bir sınıfın duvarını adımlarını kullanarak ölçebilirler. Resmi yani standartlaştırılmış ölçüm, ölçüm için belirli standartların yanı sıra belirli cihazların kullanılması olarak tanımlanır. Örneğin öğrenciler duvarın uzunluğunu metre cinsinden cetvelle ölçtüğünde standartlaştırılmış bir araç kullanmış ve biçimsel bir ölçüm yapmış demektir (Wolfinger, 2000).

3. *Çıkarım*: Çıkarım, bir kişinin bir şeyin neden olduğuna dair en iyi tahmini olarak tanımlanmaktadır (Settlage ve Southerland, 2007; Martin, 2006). Geçmiş deneyimlere ve daha önce toplanan bilgilere dayanarak, olan bir şey hakkında bir sonuç çıkarmayı içerir. Bir deney ortamı için çıkarım, bir etkinlik veya deney sırasında yapılan gözlemlerin yorumlanmasıdır (Buxton ve Provenzo, 2007). Çıkarım, önceden var olan bilgi ve deneyimlere dayalı olarak gözlemleri yorumlamaktır (Carin ve Bass, 2001). Çıkarımlar, etkileşim halindeki üç bileşenden oluşur: (1) gözlemler; (2) önceki bilgi ve deneyimler ve (3) yorumlama. Ayrıca çıkarım, bir neden-sonuç ilişkisini detaylandıran bir sistemin parçaları arasındaki ilişkiyi gösteren bir ifade olarak da tanımlanabilir (Wolfinger, 2000).

Çıkarım yapmayı gözleme ve tahmin etmekten ayırt etmek önemlidir. Gözlemler, doğrudan beş duyu aracılığıyla toplanan bilgiler hakkındaki ifadelerdir (Carin ve Bass, 2001); çıkarımlar ise bu gözlemlerin yorumlarıdır. Geçmiş deneyimler ve önceki bilgiler, gözlemlenen olaylar ve bilgiler hakkındaki boşlukları doldurmak için kullanılır. Diğer taraftan çıkarım, tahmin etmekten farklıdır. Tahmin, ne olacağına dair bir ifadeyken; çıkarım daha önce olan bir şeyin nedeni hakkında bir ifadedir (Martin, 2006).

Çıkarımlar, gerçekler tarafından bilgilendirilmiş fikirlerdir, ancak kendileri gerçekler

değildir. Bir çıkarım, birkaç sayıdaki gözlemi açıklamak mantıklı olduğunda daha iyidir. Başka bir deyişle, daha geçerli gözlemlerle daha güvenilir çıkarım yapmak mümkündür. Bilimsel çıkarım, bilim insanı tarafından değerlendirilir ve kanıtlar toplanarak tatmin edici olup olmadığı test edilir. Bir çıkarım yeterli değilse, bir bilim insanı yeni bir çıkarım önerebilir ve böylece eski çıkarım atılabilir; çünkü yeni çıkarım verileri açıklamakta daha iyi bir iş çıkarır (Settlage ve Southerland, 2007).

4. *Sınıflandırma*: Sınıflandırma, nesnelere gözlemlenebilir özelliklere, sahip oldukları veya sahip olmadıkları özelliklere göre gruplara yerleştirme işlemidir. Sınıflandırma yeteneği, nesnelere basit ve kolayca gözlemlenebilir tek bir kritere göre yerleştirmekle başlar ve daha karmaşık hiyerarşik sınıflandırmalara gider. Örneğin, bir nesnenin rengine, kokusuna veya şekline göre sınıflandırma basit bir sınıflandırma iken, biyolojik sınıflandırma sistemi karmaşıktır (Buxton ve Provenzo, 2007; Settlage ve Southerland, 2007).

Bilgiyi düzenlemenin önemli bir yolu olan sınıflandırma, bilgiye veya gözlemlerle elde edilen verilere bağlıdır (Wolfinger, 2000). Sınıflandırma, gözlemlenebilen nesnelere veya olayların özelliklerine göre yapılmalıdır. Gözlem, sınıflandırma için önemli bir beceridir, aksine çıkarım yapmanın sınıflandırmada yeri yoktur. Beş duyu, çevremizdeki dünyayı anlamak ve ardından gözlemlenenleri sınıflandırmak için güçlü gözlem araçları sağlar (Buxton ve Provenzo, 2007). Kısaca sınıflandırma parametresi objektif olmalıdır. Örneğin, sinema filmlerini türlerine göre sınıflandırmak, onları sıkıcı ya da komik olarak sınıflandırmaktan çok daha iyi bir yöntemdir (Settlage ve Southerland, 2007).

5. *Tahmin*: Tahmin, geçmiş deneyimlere ve toplanan verilere dayanarak gerçekleşmemiş bir olayın olası sonuçlarını öngörmektir. Başka bir deyişle tahmin, bireyin en iyi öngörüsüne dayalı gözlemdir veya belirli bir durumda bundan sonra ne olacağına dair kanıtlardır (Buxton ve Provenzo, 2007). Bir tahmin, basit bir sezgi değildir. Bir sezginin verilerde temeli yoktur, oysa bir tahminin daha önce toplanmış veya deneyimlenmiş verilerde sağlam bir temeli olmalıdır (Wolfinger, 2000). Örneğin, öğrenciler deneysel bir ortamda oyuncak arabaları farklı dokularla kaplı bir rampadan aşağı yuvarlarken, oyuncak arabanın düz bir plastik parçası üzerinde suni çimden daha hızlı hareket edeceğini tahmin etmek için bisiklet veya paten sürme geçmiş deneyimlerini kullanabilirler (Buxton ve Provenzo, 2007). Tahminin etkileşimli üç bileşeni vardır: (1) Ön bilimsel bilgi, (2) Bir tahmin ve (3) Olası bir sonuç (Senem,

2013).

Tahmin etme, diğer süreç becerileri ile ilgilidir; gözlemler ve anlamlı çıkarımlar, güvenilir tahminlerde bulunmada önemli bir rol oynar. Sıralı gözlemler genellikle gelecekte neyin gözlemleneceğini tahmin etmek için kullanılacak kalıpların tanınmasıyla sonuçlanır. Bir tahminin test edilmesi, araştırmacının yeni olguları gözlemlemesini ve gözlemin sonucu hakkında çıkarımlar yapmasını sağlar (Rezba, Sprague, McDonnough ve Matkins, 2007).

Gözlemeleme, tahmin etme ve sonuç çıkarma birbiriyle bağlantılı süreç becerileridir. Tahminlerin test edilmesi daha fazla gözlem yapılmasına yol açar; önerilen tahminleri ya desteklerler ya da desteklemezler. Yeni gözlemler tahminle uyumlu hale geldikçe, daha güçlü ve inandırıcı hale gelecektir. Öte yandan, yeni gözlemler tahmini desteklemediğinde reddedilecek ve yeniden incelenmesi gerekecektir. Böylece yeni gözlemler yeni çıkarımlara ve yeni tahminlere neden olur. Yeni gözlemler bir veri toplama süreci olarak ele alındığından, neyin gözlemlendiğini ve neyin henüz gözlemlenmediğini açıklamak için çıkarımlar ve tahminler ileri sürülür (Rezba, vd., 2007). Çıkarım yapmakla bazı mantıksal benzerlikleri olmasına rağmen; tahminin bazı kritik farklılıkları vardır. Tahminler ileriye bakar, bundan sonra ne olabileceğini belirtirken, çıkarımlar geriye bakar, zaten olmuş olanın nedenini açıklar (Carin ve Bass, 2001).

6. Bilimsel İletişim Kurma: İletişim, bilgilerin herhangi bir biçimde diğer insanlara iletilmesidir. Sözel davranışların yanı sıra sözel olmayan davranışları da içerir. Yazmak, çizmek, konuşmak, el hareketi yapmak, hikâyeye anlatmak, sözlü sunum yapmak, pantomim yapmak, şarkı söylemek farklı iletişim yollarıdır (Martin, 2006). Benzer şekilde, iletişim birçok biçimde olabilir: Grafikler, çizelgeler, kavram haritaları, diyagramlar, posterler, semboller, haritalar ve matematiksel denklemler gibi (Buxton ve Provenzo, 2007).

Bilimsel iletişim ise bilimsel bir araştırmacının tamamı veya bir bölümü hakkında paylaşımlarda bulunmak ve tartışmalar yapmaktır. Bilimsel araştırmacıları; paylaşmak, eleştirmek ve analiz etmek sadece bilimin gelişmesi için değil, aynı zamanda araştırmaların ve deneylerin tekrarlanabilirliği açısından da çok önemlidir (Buxton ve Provenzo, 2007). Ayrıca bir deneyin sürecini ve deneyin sonucunu paylaşmak da çok önemli bir bilimsel süreç becerisidir (Wolfinger, 2000). Bilimsel bulgular hakkında iletişim genellikle yeni bilimsel araştırmaların kesinliğini, netliğini

ve bilincini geliştirir. Her tür araştırma için bilimsel yöntemin her aşamasında iletişim kurulabilir (Martin, 2006).

2.4.2.2. Bütünleşik Bilimsel Süreç Becerileri

Bütünleşik bilimsel süreç becerileri başlığı altında hipotezleri formüle etme, değişkenlerin belirlenmesi ve kontrol edilmesi, deney yapma ve tasarlama, veri toplama ve yorumlama, modelleme yer almaktadır.

1. Hipotezleri Formüle Etme: Hipotez, araştırmacının değişkenler arasındaki ilişkiye ilişkin deneyim ve gözleme dayalı en iyi tahmininin test edilebilir bir ifadesidir (Martin, 2006). Hipotez, bir problem veya bazı olaylar ve özellikler için, hatta değişkenler arasındaki ilişkiyi keşfetmek için bile yapılabilir. Hipotez, bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerindeki etkisinin nasıl olacağını öneren bir tahmin türüdür (Ramig, Bailer ve Ramsey, 1995). Ancak hipotez formülasyonu tahminden farklıdır. Tahminde, bir şey yapsaydık ne olurdu diye cevap verilir; sadece henüz gerçekleşmemiş olayın sonucu ile ilgilidir. Hipotez formülasyonunda, etkileşen bir değişkeni değiştirirsek bir değişkene ne olacağını belirtir. Hipotez eğitilmiş tahmin olarak da adlandırılır (Wolfinger, 2000).

Bununla birlikte, hipotez eğitilmiş tahmin olarak tanımlandığında, tahminle karıştırılma olasılığı daha yüksektir. Örneğin, eğitilmiş bir tahmin “Yarın yağmur yağacak” gibi basit olabilir. Değişkenlerin kontrolü yoluyla test edilecek bir hipotez değil, yalnızca bir tahmindir. Öte yandan, hipoteze “eğer... o zaman” ifadesi denildiğinde, öğrenciye bir hipotez yazma biçimi sağlayacaktır. Ayrıca bu ifade öğrencilerin bir deneydeki bağımlı ve bağımsız değişkenleri belirlemesine de yol açacaktır (Wolfinger, 2000). Örneğin bir cismin düştüğü yükseklik artırılırsa cisim daha hızlı düşer. Deneyci, nesnenin yüksekliğinin kasıtlı olarak değiştirileceğini söyleyebilir; bağımsız değişkendir. Deneyci, cismin yüksekliğindeki bu değişiklikten, cismin hızında bir değişiklik bekler. Nesnenin hızı düştüğü yüksekliğe bağlıdır ve hız bağımlı değişkendir. Böylece hipotez, araştırmacının deneyi tasarlamasına izin verir (Senem, 2013).

İyi bir hipotez yazmanın adımları Ramig ve arkadaşları (1995) tarafından şu şekilde verilmiştir:

1. Belirli bir olay veya ilişkideki değişkenleri tanımlayın
2. Mantıksal olarak ilişkili olabilecek bir çift değişken tanımlayın.

3. Manipüle edilen ve yanıt veren değişkenleri tanımlayın

4. Formatı kullanarak hipotezi yazın: (manipüle edilen değişken) artar veya azalır, (yanıt değişkeni) artar veya azalır.

2. *Değişkenlerin Belirlenmesi ve Kontrol Edilmesi*: Değişken, farklı sayılar alan veya zaman içinde değişen bir miktar veya özelliktir. Bağımsız ve bağımlı değişken olmak üzere iki temel değişken türü vardır. Bağımsız değişken, kendi değişimine bağlı olarak diğer değişkenlerde de değişime neden olan, bağımlı değişken ise bağımsız değişkendeki değişime tepki olarak değişen değişkendir. Değişkeni, nesnelere veya olayların değişebilen ve farklı miktarlara sahip olan bir özelliği olarak da tanımlayabiliriz. Örneğin bir günde yağan yağmur miktarı, büyümekte olan bir çocuğun boyu ve kilosu, bir cam kavanozun altında bir mumun yanma süresi gibi. Bağımsız ve bağımlı değişken terimlerinin yanı sıra "Manipüle Edilen", "Yanıt Veren" ve "Kontrol Eden" değişkenler terimleri de kullanılabilir. Manipüle edilen değişken, deneycinin kasıtlı olarak değiştirdiği bir değişkendir; bağımsız değişkendir. Yanıt veren değişken, manipüle edilen değişkendeki değişikliklere yanıt olarak bir deneyde değişen bir değişkendir; bağımlı değişkendir. Kontrol değişkenleri, sonuçları karıştırmamak için bir deneyde kasıtlı olarak sabit tutulan değişkenlerdir (Carin ve Bass, 2001).

Değişken, bilimsel araştırma sırasında kasıtlı veya kasıtsız olarak değişebilen herhangi bir faktördür (Buxton ve Provenzo, 2007). Bir deneyde, hangi değişkenin bağımlı değişkeni etkilediğini anlamak için her seferinde yalnızca bir değişken değiştirilir. Sadece bir değişkeni değiştirirken diğer değişkenlerin sabit kalması gerekir ki buna değişkenlerin kontrolü denir. Bir deney yürüten araştırmacının bağımlı değişken üzerinde etkisi olabilecek tüm olası değişkenleri belirlemesi gerekir. Daha sonra, test sonucu üzerinde etkili olan değişkeni bulmak için her seferinde sadece bir değişken değiştirilirken diğerleri kontrol edilmelidir. Böylece, bir deneyde bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerindeki etkisi açıklanabilir. Ayrıca araştırmacı, deneyin sonucunu yorumlayabilmek için kontrol edilemeyen değişkenleri de belirlemelidir (Peters ve Stout, 2006).

3. *Deney Yapma ve Tasarlama*: Deney, bir değişkendeki değişimin etkileşim halindeki farklı bir değişkendeki değişim üzerindeki etkisinin araştırıldığı bilimsel bir süreçtir. Örneğin, araştırmacı bir direncin uzunluğunu değiştirmenin bir devrenin elektrik akımı üzerindeki etkisini incelemek isteyebilir (Martin, 2006). Bu nedenle bilim insanları,

bir deneyde bir değişkenin başka bir değişkeni nasıl etkileyeceğine dair sorular sorarlar (Ramig vd., 1995). Bir deney tasarlamak için araştırılabilir bir soruyu test etmek amacıyla hem temel hem de bütünleşmiş tüm süreç becerilerini bir araya getirmek gerekir. Deney yapmak, diğer tüm becerileri içeren karmaşık bir beceridir. Deney yapmanın temel amacı, seçilen bir bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerindeki etkisini tespit etmek için etkili bir plan yapacak şekilde hipotez veya tahminleri test etmektir (Settlage ve Southerland, 2007).

Deney, hipotez kurmaktan farklıdır. Bir hipotez oluşturulurken, hipotezin doğrulanmasını incelemek için sistematik bir girişimde bulunulmaz. Bir değişkenin farklı bir etkileşimli değişken üzerindeki etkisini tanımlamak bile deney yapmak için yeterli değildir. Araştırmacı, bir değişkeni değiştirmenin diğer etkileşimli değişkendeki değişim üzerindeki etkisini keşfetmek için dikkatli planlar yaptığında buna deney denir (Martin, 2006).

Deney yapma, amacın belirlenmesiyle başlar. Deney yapma becerisi; tahmin ya da hipotez için uygun araç ve gereçleri seçme, bu araç ve gereçleri uygun şekilde kullanma, deneyin amacına uygun düzenek kurma, değişkenleri kontrol ederek veri elde etme, tahmin ya da hipotezi değerlendirerek mantıklı bir sonuca ulaşma becerilerini içerir (Settlage ve Southerland, 2007).

4. Veri Toplama ve Yorumlama: Veri toplama becerisi, tahmin ve hipotezlere bağlı olarak nitel ve/veya nicel verilerin toplanmasıdır. Verilerin tablo, grafik, çizelge gibi farklı formlara dönüştürülmesi de bu bilimsel süreç becerisi içinde yer alır. Yorumlama, verilerden mantıksal bir çıkarım yaparak bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi belirleme becerisidir (Ramig vd., 1995; Martin, 2006). Veri toplama ve yorumlamanın üç önemli yönü şunlardır: (a) Veriler amaca uygun olarak toplanmalıdır, (b) geçerli bir sonuca ulaşmak için en uygun formatta düzenlenmelidir ve (c) mantıklı bir sonuca varmak için veriler üzerinde düşünölmelidir (Senem, 2013).

Verileri yorumlamanın ilk adımı, hangi verilerin toplanacağına ve hipotezler ışığında ne tür bilgilere ihtiyaç duyulduğuna karar vermektir (Martin, 2006). Daha sonra, anlamlı bir araştırma yapmadan önce, toplanan verilerin nasıl düzenleneceğini öğrenmek önemlidir. Veri toplamak gözlem ve ölçüm yapmayı içerebilir; ancak veri toplama ve yorumlamadaki amaç, veri toplama amacına yönelik bir sonuç çıkarmak için gözlemlenenleri veya ölçölenleri yorumlamaktır. Verileri rastgele yorumlamak mümkün değildir; bu nedenle veri toplamak ve yorumlamak, verileri güçlü sonuçlar

çıkarmak için en uygun şekilde düzenlemeyi gerektirir. Nicel veriler; tablolar, çizelgeler ve grafikler kullanılarak düzenlenebilir. Bu da araştırmacının gözlem ve ölçümlerinin görsel bir görüntüsünü elde etmesini sağlar. Geçerli sonuçların, iyi bir organizasyona ve verilerin net bir şekilde yorumlanmasına bağlı olduğunu akılda tutmak son derece önemlidir (Wolfinger, 2000).

5. *Modelleme*: Model, normalde beş duyu organıyla algılanamayan bir kavram, olay, olgu veya sistemlerin anlaşılabilir, somut ve görsel biçimidir. Herhangi bir nesne, çizim, matematiksel denklik, bilgisayar programı veya benzeri şeyler model olabilir. Modelin değeri, bir şeyin nasıl çalıştığını açıklayan teknik şartnamesidir (Wolfinger, 2000).

Bir model, gerçek nesneyi veya olguyu daha iyi anlamaya yardımcı olabilecek basitleştirilmiş bir taklittir. Model motorlar, model iskeletler, model güneş sistemleri veya model uçaklar fiziksel modele örnek olarak verilebilir. Fiziksel bir model yapmanın yararı, deneyleri kontrol etmek için nesneyi veya olguyu küçültmektir. Ayrıca, atom modellerinde olduğu gibi nesne ya da olguyu gerçek boyutundan daha büyük yapmak da mümkündür (Martin, 2006).

Fiziksel modellerin yanı sıra kavramsal modeller, gerçek bir şeyin bazı özelliklerine ya da ilişkilerine dayanan analogiler ya da metaforlardır. İnsan beynini bir bilgisayar olarak görselleştirmek, bir bilgisayarın nasıl çalıştığı hakkında anlayış geliştirmeye yardımcı olabilir. Kavramsal bir model için önemli olan nokta, olguların karmaşıklığını göstermektir. Aksi takdirde, net bir düşünce vermeyebilir ve kullanımı pratik olmayabilir. Matematiksel model ise fiziksel bir model olmadan davranışsal tahmine izin veren matematiksel bir ilişkiyi gösterir. Örneğin, matematiksel modelleme, roketlerin, gezegenlerin, ayın veya uyduların fiziksel modellerine başvurmadan Jüpiter'in uydularının yörüngesine uydu göndermemizi sağlayabilir (Wolfinger, 2000).

2.4.3. Fen Eğitiminde Bilimsel Süreç Becerilerinin Kullanımı

Öğrencilere ayırt edici gözlemciler olmayı öğretmek, fen eğitiminin temel amaçlarından biridir. Fen derslerinde, bilimin gözlemlerle başladığını akılda tutmak önemlidir, bu anlamda bilim çalışmasında dikkatli gözlem yapmak gerekir. Sonuç çıkarma ve tahmin etme gibi diğer beceriler için gözlemlenmenin rolü vurgulanmalıdır (Gabel, 1993). Dersi planlarken, öğrencilere tartışmaya katılma şansı vermek ve

gözlemedikleri şeyler için açıklamalar oluşturmaları için zaman vermek önemlidir. Sistematik gözlem ile günlük yaşamdaki gözlem arasındaki farkı vurgulamak için öğrencilerden, gözlem bilgilerini karşılaştırmaları istenebilir (Carin ve Bass, 2001). Ayrıca öğretmen açık uçlu sorular sorarak; keşfetme, gözleme ve betimlemeyi dersin merkezine koyabilir. Örneğin, “gösteriler sırasında fark ettiğiniz şeylerden bazıları nelerdir” gibi sorularla öğrencilerin gözlem sürecinde elde ettiklerini ifade etmesine fırsat verilebilir (Gabel, 1993).

Fen derslerinde öğrenciler hem standartlaştırılmış hem de standartlaştırılmamış ölçüm araçlarını kullanma alıştırmaları yapılabilir. Öğrenciler; çeşitli ölçü aletlerinin nasıl kullanıldığını, çeşitli standart ölçü birimlerinin anlamını ve kullanımını öğrenmelidirler. Termometre veya cetvel gibi araçları okurken sayılar arasında enterpolasyonun nasıl yapıldığını, uygun olduğunda ölçümlerin ondalık basamaklarla nasıl ifade edileceğini, ölçümlerin nasıl tahmin edileceğini ve tahminin ne zaman uygun olacağını anlamaya başlamalıdır (Buxton ve Provenzo, 2007).

Öğrencilerden çıkarım yapmaları istendikçe, test edilecek daha fazla fikir oluştururlar. Çıkarımları farklı şekillerde test edilebilirler; okuma, dikkatli gözlemler ve etkinlikler oluşturma gibi. Çıkarımlar yapmak ve bu çıkarımları test etmek, öğrencilerin bilim insanı gibi çalışmasını sağlar. Çıkarım yapmak ve test etmek, diğer bilimsel süreç becerileri arasında bir döngü (tahminde bulunma, gözlem yapma, veri toplama, ölçme vb.) başlatır (Wolfinger, 2000).

Sınıflandırma yeteneğinin öğrencilerde içgüdüsel olarak ortaya çıkmadığını anlamak önemlidir. Sınıfta öğrenciler, sınıflandırma becerisinde deneyim kazanmak için pek çok farklı türde şeyi kullanarak birçok sıralama etkinliği yapmaya teşvik edilebilir. Bununla birlikte, sınıflandırmanın kendisi, belirli bir kavramı geliştirmek için doğrudan bir öğretim yöntemi olarak kullanılabilir veya yeni bir çalışma konusunu tanıtmamanın bir yolu olarak olabilir (Martin, 2006). Ayrıca bilim insanlarının yaptığı bir sınıflandırma da ders konusu olabilir. Mevcut sınıflama sistemleri bilimsel okuryazarlık için önemli olmakla birlikte, öğrencilerin bilimsel örnekleri kavrayarak sınıflandırma sistemlerini nasıl kuracaklarını öğrenmeleri de önemlidir (Buxton ve Provenzo, 2007). Bu durumda bilim insanlarının nesnelere veya olayları nasıl sınıflandırdıklarını vurgulamak önemlidir. Sınıflandırma parametresi ile ilgili bilgiler, özellikleri ile birlikte açıklanmalıdır. Var olan sınıflandırmaları bilmek, nasıl sınıflandırılacağını bilmek ve sınıflandırma becerilerini geliştirme fırsatlarının

verilmesi kadar önemlidir (Wolfinger, 2000).

Tahmin bilim yapmak için çok önemlidir ve öğrenciler test etmeden önce tahminde bulunmaya teşvik edilmelidir. Öğrenciler bunu yaparak, olanları düşünmeden sadece kabul etmek yerine gerçekte olanları, olacağını düşündükleri şeylerle karşılaştırmayı öğrenirler. Öngörülen ve gerçek olaylar arasındaki tutarsızlıklar, öğrencileri daha fazla araştırmaya yönlendirir. Ayrıca öğrenciler tahminlerinin doğru, yanlış veya eksik olabileceğini fark ederler; bu nedenle geçerliliğini belirlemek için tahminlerini test etmelidirler. Öğrencilerin tahminleri okunarak veya somut materyaller kullanılarak test edilebilir. Olaylar tahmin ettikleri gibi sonuçlanabilir veya sonuçlanmayabilir; ama önemli olan tahminin doğru, yanlış veya eksik olup olmadığını test ederek öğrenmektir. Tahminler test edildikten sonra, öğrenciler yeni verilere göre tahminleri değiştirebilir ve nihayet tüm kanıtlar elde edildiğinde sonuç çıkarabilirler. Böylece bir argümanı sürekli olarak tahmin etme ve kanıtlama ya da bertaraf etme süreci olan bilimsel araştırmalarda yer alacaklardır (Wolfinger, 2000; Martin, 2006). Fen bilimleri derslerinde tahmin etme becerisini geliştirmek için öğrencilere en önemli soru “Eğer olsaydı...” sorulabilir. Bu soru, gözlemlerden ve gözlem sonucuyla ilgili meraktan kaynaklanmaktadır (Buxton ve Provenza, 2007). Tahminleri yukarıda belirtilen üç bileşen açısından düşünen öğretmenler “Neden böyle düşünüyorsun?” sorusuyla öğrencilerin tahminini destekleyen ön bilgi tabanını ifade etmelerini sağlayabilir (Carin ve Bass, 2001).

Sınıfta öğrencilerin bilimsel iletişim becerilerini geliştirmek için öğrencilere yaptıkları çalışmaları tartışma, tanımlama ve açıklama şansı verilebilir. Öğrenciler, küçük veya büyük gruplar halinde, birbirleriyle bireysel konuşmalarda, tartışma oturumlarında vs. iletişim kurarlar. Örneğin; gözlem sonuçları sınıftaki öğrencilerle paylaşılabilir, veri toplama yöntemi grup tartışma oturumlarında tartışılabilir ve bir deneyin tüm süreci bir grup öğrenci tarafından diğerlerine anlatılabilir. Önemli olan nokta, öğrencilere doğru iletişim becerilerini geliştirmeleri için maksimum fırsatı vermektir. Örneğin, aktivitelerini ve araştırmalarının sonuçlarını sınıf gösterileri şeklinde sözlü olarak sunabilirler (Martin, 2006).

Hipotez kurma becerisi için öğrencilere bir hipotezin test edilebilir olmasının doğru olmasından daha önemli olduğu söylenmelidir. Araştırmacılar ne olacağını bilemezler ve bu nedenle hipotez deney tarafından doğrulanmayabilir. Bu durum öğrenciler için bir deneyde başarısızlık olarak yorumlanmamalıdır. Aksine bu durum, ne olduğunu ve

tahminin nasıl düzeltilip yeni bir hipotez oluşturulacağını öğrenmek için bir sonuç olarak değerlendirilmelidir (Wolfinger, 2000).

Bilim insanları deneysel yöntemle doğal dünyayı anlamaya ve açıklığa kavuşturmaya çalışırlar. Ancak, laboratuvarında ya da sahada hazırlıksız bir şekilde çalışmazlar. Bilim insanlarının çalışmaları için bir amaçları vardır. Birçok faktörün ya da değişkenin karmaşık etkilerini ortadan kaldırmak amacıyla bir değişkenin diğeri üzerindeki etkisini ele almak için olayları değişkenlere ayırırlar. Araştırmada yeterli sayıda değişken ele alınır, net bir anlayış ortaya çıkabilir (Senem, 2013). Öğrencilerin bilimsel çalışmaların amacını ve sürecini öğrenmeleri, değişkenlerin niçin ve nasıl oluşturulduğunu bilmeleri ve çalışmalara hazırlıklı olmanın önemini kavramları gerekmektedir. Bu nedenle öğrencilerin değişkenleri belirlenmeye çalışmaları, bir deney için etkili tüm faktörler ile bağımsız ve bağımlı değişkenlerin ortaya konmasını öğrenmeleri açısından önemlidir (Wolfinger, 2000).

Deney yapma, amacın belirlenmesiyle başlar, bu nedenle öğrenciler fen derslerindeki çalışmalarının bir parçası olarak amaca yönelik deneyler veya etkinlikler yapmalıdır (Settlage ve Southerland, 2007). Yapılandırılmış deneylerde, hipotez, prosedürün adımları öğrencilere ders kitabı veya öğretmen tarafından verilir. Öğrencilerden prosedür adımlarını takip etmeleri beklenir. Bu tür deneyler, öğrencilerin bir deneyin nasıl yapıldığını görmelerini sağlar. Deneysel süreçleri kullanmadaki zorlukları nedeniyle, öğrencilerin ilk deneyimi yapılandırılmış bir deney olabilir (Senem, 2013). Öğrencilere arka plan bilgisi ve çözmeleri gereken bir problem verildiğinde, problemi çözmek için kendi hipotezlerini geliştirmekte ve deney ayarlarını seçmekte özgürdürler. Bu aşamada artık onlara hipotezler ve izleyecekleri prosedür verilmez. Öğrencilerin işlemsel sorulardan deneyler üretmesi de mümkündür. Diğer taraftan biçimsel düşünce düzeylerine duyulan ihtiyaç nedeniyle, birçok çocuk öğretmen yönlendirmesi olmadan gerçek bir deney yapamayabilir. Bu öğrencilere işlemsel sorular kullanılarak ve kontrollü etkinlikler yapılmadan bilimsel olguları araştırma fırsatı verilebilir (Wolfinger, 2000).

Modelleme becerisini geliştirmek için öğrenciler gözlemledikleri olguları açıklamak üzere kendi temsillerini yapmaya teşvik edilmelidir (Martin, 2006). Öğrenciler altı, yedi ve sekizinci sınıf seviyelerine ulaştıkça model kullanımı artırılabilir. Çünkü bu sınıf düzeylerinde öğrenciler işlemsel düşünce süreçlerine geçiş yapmaya başlarlar. Fiziksel modeller, soyut düşünce süreçlerine ulaşan öğrenciler tarafından kolayca

anlaşılabilir. Ayrıca öğrenciler soyut nesnelere ya da olgular için kendi modellerini oluşturabilirler (Wolfinger, 2000).

2.4.4. Fen Eğitiminde Bilimsel Süreç Becerilerinin Önemi

Günümüz dünyasının ihtiyaçları doğrultusunda fen eğitimi; veri ve bilgi edinme, bunları değerlendirme, iletişim kurma gibi becerileri geliştirmeye odaklanmalıdır. Bilimsel süreç becerilerinin fen müfredatına entegrasyonunun birçok faydaları bulunmaktadır (Kuhn, 1993). 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 sağlamak ve böylece onları toplumda işlev görebilmeleri için bilimsel okuryazar olarak yetiştirmektir (Harlen, 1999). Bu nedenle, fen öğrenimi öğrencileri daha yüksek bilişsel aşama gerektiren etkinliklere, yani bilimsel süreç becerilerine dâhil etmelidir (Senem, 2013).

Fizik, kimya, biyoloji ve bilgisayar bilimleri gibi farklı alanlarda öğrencilerin süreç becerilerinin geliştirilmesinin problem çözme becerilerini artırdığını gösteren birçok çalışma (Arena, 1996; Martin vd., 2001; Tan ve Temiz, 2003; Kılıç, 2003; Senem, 2013) bulunmaktadır. Bu çalışmaların benzer sonuçları, bilimsel süreç becerilerinin bağlam temelli olmadığını ve sınıf içinde faydalı olması nedeniyle eğitimde kullanılması gerektiğini göstermektedir. Bu çalışmalar, bilimsel süreç becerilerinin problem çözmede öğrenci başarısını artırdığını vurgulanmaktadır.

Bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesi, öğrencilerin fen kavramlarını öğrenme kararlılığını artırır. Bilimsel süreç becerileri aynı zamanda diğer disiplinlere de genellenebilir becerilerdir. Fen eğitiminde bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesi, öğrencilerin bu becerileri farklı öğrenme alanlarında kullanmalarını etkileyecektir. Ayrıca, bu becerilerin geliştirilmesi, 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 gözlemlenme, günlük yaşam problemleri hakkında karar vermek için veri toplama gibi günlük yaşam deneyimlerinde kullanılmaktadır (Kılıç, 2003).

Bilimsel süreç becerileri fen müfredatında önemli bir yere sahiptir. Fen bilimlerinde kullanılan rasyonel ve eleştirel düşünme becerilerini temsil ederler. Süreç becerilerindeki yetkinlik, öğrencilerin problemlere çözüm üretmek için bilgi üzerinde

hareket etmelerini sağlar. Bilimsel süreç becerilerinin fen eğitiminde giderek daha büyük bir yer tutması gerekmektedir; çünkü bu beceriler öğrencilerin öğrenmeyle meşgul olmalarına yardımcı olmaktadır (Arena, 1996).

Fen bilimlerinde, temel bilimsel süreç becerileri çocukların deneyim yoluyla öğrenmelerini genişletmelerine yardımcı olur. Çocuklar basit fikirlerle başlar ve yeni ve karmaşık fikirler oluşturmak için genişlerler. Bilimsel süreç becerilerine yapılan vurgunun, çocukların anlamlı bilgileri keşfetmelerine ve fen sınıfı içinde ve dışında anlayışlarını inşa ederek bilgi biriktirmelerine yardımcı olması umulmaktadır (Martin vd., 2001).



BÖLÜM III

YÖNTEM

Bu bölümde; araştırmanın desenine, verilerin toplanmasına, analize dâhil edilme ölçütlerine, kodlama yöntemine, verilerin betimsel analizlerine ve verilerin analizine dair bilgilere yer verilmiştir.

3.1. Araştırma Modeli

Bu çalışmada, laboratuvar etkinliklerinde kullanılan farklı öğretim yöntem ve tekniklerin öğretmen adaylarının akademik başarı ve bilimsel süreç becerilerinin gelişimine olan etkilerini belirlemek amacıyla nicel araştırma desenlerinden meta-analiz yöntemi kullanılmıştır. Meta-analiz yöntemi; bir etkinin belirli bir yönde var olup olmadığını belirlemek, birden fazla bağımsız çalışmadan bir sonuç elde etmek ve çalışmalar arasındaki farklı sonuçları incelemek gibi metodolojinin doğasında bulunan güçlü yönler nedeniyle bu çalışmada kullanılacak en iyi metodoloji olduğu düşünülmüştür. Meta-analiz ile ilgili bilgiler aşağıda verilmiştir.

3.1.1. Meta-Analiz Yöntemi

Meta-analiz, sistematik bir incelemenin isteğe bağlı ve nicel bir bileşenidir. Literatürde (Cooper, Hedges ve Valentine, 2009; 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 yönetimi; bilimsel bilginin kümülatif özelliğinden hareket ederek birçok bilimsel çalışmaların sonuçlarını, sistematik ve niceliksel bir biçimde, belirli istatistiksel analiz yöntemlerini kullanarak birleştiren ve bu sonuçları genelleyen bir

yöntemdir (Wolf, 1986; Durlak ve Lipsey, 1991).

Meta-analiz yöntemi; birçok küçük ve bireysel çalışmaların sonuçlarını bir ya da birden çok istatistiksel analiz kullanarak birleştiren ve böylece daha fazla bilgiye ulaşan bir teknik (Olkin, 1999), farklı araştırma sonuçlarından genel bir sonuç çıkarılması veya yapılmış analiz sonuçlarının birleştirilerek tekrar analiz edilmesi (Dinçer, 2014) 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. Genel olarak meta-analizin amaçları şu şekilde özetlenebilir (Bayraktar, 2020):

1. Belirli bir sorunu ele alan bağımsız çalışmaların sonuçlarını istatistiksel olarak birleştirerek örneklem büyüklüğünü artırmak ve sorun hakkında daha güçlü tahminlerde bulunmak,
2. Literatürdeki benzer çalışmalardan elde edilen sonuçlardaki tutarsızlıkların değerlendirilmesi ve nedenlerinin ortaya konulması,
3. Çalışmalar arasındaki heterojenliği araştırarak bu heterojenliğe neden olan etkenleri belirlemek,
4. Bulgulara ve sonuçlara göre araştırmaları yönlendirmek ve yeni araştırma konuları ortaya çıkarmak.

3.1.2. Meta-Analiz Türleri

Durlak ve Lipsey'e (1991) göre meta-analiz iki temel kategoriye ayrılır ve her kategori iki alt başlıktan oluşur. Bu iki ana kategori, korelasyonel ilişki meta-analizi ve grup karşılaştırma meta-analizidir.

1. Grup Karşılaştırma Meta-Analizi: Bu tür meta-analizde, grup ortalamaları

arasındaki fark karşılaştırılır. Bu gruplar doğal olarak oluşuyorsa (erkekler ve kızlar gibi), “grup farklılığı” meta-analizidir; deney ve kontrol grupları gibi yapay olarak oluşturulmuşlarsa, “işlem etkililiği” meta-analizidir (Durlak ve Lipsey, 1991). İşlem etkinliği meta-analizinde deneysel bir işlemin etkililiğinin ortaya çıkarılması amaçlanır (Şahin, 2005). Standardize edilmiş etki büyüklüğü, hem grup farklılığı hem de işlem etkililiği meta-analizinde kullanılır (Sarigöl, 2022).

2. Korelasyonel Meta-Analizi: Bu meta-analiz türü, iki alt meta-analiz türünden oluşur: Test geçerliliği ve değişken kovaryans. Test geçerliliği meta-analizinde bir ölçüt değişken ile bir ölçüt değişken arasında fark olup olmadığı incelenir (Bakioğlu ve Özcan, 2016). Değişken kovaryans meta-analizi, iki veya daha fazla değişken arasındaki kovaryansa odaklanır (Camnalbur, 2008).

3.1.3. Meta-Analiz İşlem Basamakları

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 (Durlak, 2003; Boslaugh, 2013; Dinçer, 2014; Bakioğlu ve Özcan, 2016; Kestel, 2022; Kıyıcı, 2022; Sarigöl, 2022) doğrultusunda aşağıda belirtildiği şekilde özetlenebilir:



Şekil 3.1. Meta-analiz süreci işlem basamakları

Şekilde görüleceği üzere meta-analiz süreci konunun belirlenmesi ile başlamakta,

konu ile ilgili literatür taraması ve daha sonra sırasıyla ölçütlerin, temaların ve araştırma sorularının belirlenmesi ve kodlama ile devam etmektedir. Bu aşamaların tamamlanmasından sonra analiz aşamasına geçilmektedir. Meta-analize dâhil edilen çalışmalar için etki büyüklüğü hesaplaması ve heterojenlik testinden sonra modelin seçimi ve genel etkinin hesaplanması yapılmaktadır. En sonunda ise sonuçlar yorumlanmaktadır. Meta-analiz süreci işlem basamları aşağıda detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

1. Konuyu Belirleme: Meta-analiz çalışmalarında belirlenen konu hakkında yeterli araştırmanın yapılmış olması sonraki adımlarda araştırmacıyı rahatlatacaktır. Belirlenen meta-analiz konusu özlü olmalı ve literatürde incelendikten sonra alanın genişletilmesi veya daraltılması mümkün olmalıdır (Bakioğlu ve Özcan, 2016).

2. Literatür Taraması: Konu belirlendikten sonra meta-analizin uygulanabilirliğini test etmek için literatür taraması yapılır. Eğer yayınlar gereğinden az ise konu değiştirilmeli, gereğinden fazla ise kriterler değiştirilmelidir. Literatür taraması yapılırken hangi veri tabanlarının kullanıldığı önemlidir (Durlak, 2003).

3. Ölçütlerin Belirlenmesi: Bu yöntemin en önemli adımı kriterlerin belirlendiği aşamadır. Bu aşamada hangi çalışmaların araştırmaya dâhil edileceği ve hangi çalışmaların dışarıda bırakılacağı belirlenir. Bu bölümde kriterler açık bir şekilde verilmelidir. Bu kriterler araştırılan konunun özelliklerine göre; deneysel ya da ilişkisel çalışmalar, yıl aralığı, yayın türü, anahtar kelimeler ve veri tabanları gibi kriterler olabilir (Boslaugh, 2013).

4. Temaların Belirlenmesi: Bilimsel bir çalışmada genellikle birden fazla değişken ele alınır. Örneğin eğitim bilimleri alanında yapılan araştırmalarda genellikle yöntemin akademik başarı, tutum, akılda kalıcılık ve algı gibi değişkenlerle karşılaştırıldığı görülmektedir. Bu değişkenlerin hepsi ayrı bir tema olarak ele alınmaktadır. Bunların yanı sıra dersin konusu, bölge, katılımcıların cinsiyeti gibi değişkenler de tema olarak ele alınabilir (Dinçer, 2014).

5. Araştırma Sorularının Belirlenmesi: Meta-analiz çalışmaları için araştırma sorusu / hipotez belirlenirken literatürde yer almasına, önemli ve ölçülebilir olmasına ve çok sayıda çalışmanın analizini gerektirmemesine dikkat edilmelidir (DeCoster, 2009). Hipotez belirlemek için konu ile ilgili daha önce yapılmış çalışmalar dikkatle okunmalıdır. Meta-analiz öncesinde konuyu içeren değişkenlerin olduğu, bu

değişkenlerin hangi değişken üzerinde etkili olduğu ve bu etkiyi test etmek için hangi yöntemin kullanılacağı belirlenmelidir (Bakioğlu ve Özcan 2016).

6. *Çalışmaların Kodlanması*: Çalışma için literatür taraması yoluyla elde edilen veriler belirli kriterlere göre sınırlandırılır. Bu aşamadan sonra verilerin belirlenen kriterlere göre kodlanması gerekmektedir. Böylece kodlanan çalışmaların araştırmanın kriterlerine uygun olup olmadığı test edilir (Dinçer, 2014).

7. *Verilerin Analizi*: Çalışmaların kriterlere göre kodlanmasını takip eden aşama analiz basamağıdır. Kodlama eksiksiz yapıldığı takdirde bu aşama oldukça kolay ilerleyebilir. Formüller ya da yardımcı yazılımlar ile çalışılarak kolaylıkla analiz edilebilir (Bakioğlu ve Özcan, 2016). Analiz, meta-analizin en çok zaman ve emek isteyen adımıdır. Bu adım, çalışma özellikleri ve etki büyüklükleri gibi kodlanmış verilerin istatistiksel olarak analiz edilmesini içerir (Card, 2012).

8. *Etki Büyüklüğü Hesaplaması*: Meta-analizde, etki büyüklüğünü hesaplamak için araştırma sonuçlarının sınıflandırılması kullanılır. Hesaplama süreci, meta-analiz için ulaşılan nicel çalışmaların sonuçlarındaki ilişkilerin belirlenmesi, etki büyüklüğünün hesaplanması için bu sonuçların kodlanması, analiz için ayrıştırılması ve kaydedilen değerlerin meta-analiz için kurulan hipotezi test etmek için kullanılmasından oluşur. Meta-analizde, etki büyüklüğü istatistiği, araştırılan konunun hem yönünü hem de büyüklüğünü hesaplamak için kullanılır. Bu sonuçların tamamı veya sadece bir kısmı meta-analizde kullanılabilir (Bakioğlu ve Özcan 2016).

9. *Heterojenlik Testi*: Borenstein, Hedges, Higgins ve Rothstein'a (2013) göre, beş tür heterojenlik ölçüsü vardır. Bunlar; Cochran Q, p, I², T² ve Tau istatistikleridir. Dinçer'e (2014) göre Q istatistiğinde Q değeri X² tablosundaki Q değerinden küçükse çalışma homojen, büyükse çalışma heterojen olarak yorumlanır. p istatistiğinde, p değeri genel olarak 0,05 olarak kabul edilen güven aralığı katsayısından küçükse, çalışmalar arasında anlamlı bir fark olduğu ve büyük olması ise çalışmalar arasında anlamlı bir fark olmadığı şeklinde yorumlanmaktadır. I² istatistiği, çalışmalar arasındaki farkın heterojenlikten kaynaklandığını gösteren yüzde değeridir. Borenstein ve arkadaşlarına (2013) göre T² ve Tau istatistikleri genel etki büyüklüğü dağılımını ifade etmektedir (Ahraz, 2022).

10. *Modelin Seçimi*: Bir meta-analiz modeli, meta-analiz sonuçlarının hesaplanması ve yorumlanması için önemlidir. Farklı meta-analiz modelleri, farklı varsayımlarda

bulunur ve sonuç olarak farklı etki büyüklüklerini tahmin eder. Meta-analizde iki tür model vardır: Sabit etkiler ve rastgele etkiler. Sabit etkiler modelinde, farklı çalışmalarda gözlenen etki büyüklükleri arasındaki tüm farklılıkların yalnızca örnekleme hatasından kaynaklandığı varsayılır. Sabit etkiler modelinde heterojenliğin olmadığı varsayılırken, rastgele etkiler modelinde heterojenlik varsayılmaktadır (Hak, Rhee ve Suurmond, 2016).

11. Genel Etkinin Hesaplanması: Dinçer'e (2014) göre, meta-analiz çalışmalarında bireysel etki büyüklüğü, meta-analize dâhil edilen çalışma sayısına eşit iken, genel etki büyüklüğü birdir; ancak meta-analiz çalışmalarında ele alınan temaların her biri için genel etkinin hesaplanması gerektiği unutulmamalıdır. Genel etkinin hesaplanmasında grupların veya değişkenlerin ortalamaları, standart sapmaları ve örneklem büyüklükleri gibi değerler kullanılır. Çalışmaların homojen ya da heterojen gibi farklı özellikleri göstermesi, hesaplamalarda da farklılıklara yol açmaktadır (Ahraz, 2022; Kıyıcı, 2022).

12. Yorumlama: Meta-analiz çalışmalarının son aşaması yorumlamadır. Çalışmalar yorumlanırken bazı çalışmalar için “etkisi yoktur” veya “etkisi sıfırdır” gibi ifadeler kullanılmaktadır. Bu yorum yanlıştır, çünkü iki grubun başında ve sonunda aynı ortalama ve standart sapmaya sahip olması mümkün değildir. Bu yorumlar “istatistiksel olarak anlamlı bir etki bulunmadı” şeklinde ifade edilmelidir. Diğer bir yanlış yorumlama ise etki büyüklüğü veya genel etki negatif ise etkinin olmadığıdır (Dinçer, 2014). Meta-analizi yorumlarken, tarama süreci ve alınan kararlar konusunda tarafsız olunmalıdır. Başka bir araştırmacının sonuçları tekrar edebilmesi için yeterli ayrıntı sunulmalıdır. Yorumlamada, araştırma sorularını cevaplamak, bu tür cevaplara neden ulaşılmadığını ve bu cevapları sağlamak için gelecekte hangi çalışmalara ihtiyaç olduğunu belirtmek önemlidir. Yorum, sonuçların listelenmesini ve sentezlenmesini sağlar (Card, 2012).

3.1.4. İstatistiksel Model Seçimi

Etki büyüklüğü, meta-analiz çalışmalarında kullanılan temel analiz birimidir. Her bir çalışmanın etki büyüklüğü hesaplanır ve ortak etki büyüklüğü belirlenir. Bu noktada önemli olan “kesinlik, doğruluk veya kesinlik” kavramıdır. Varyans, güven aralığı, standart hata, örneklem büyüklüğü, örneklem homojenliği ve çalışmaların modeli kesinliği etkileyen faktörlerdir (Borenstein vd., 2013). Meta-analiz çalışmalarında,

araştırmaya dâhil edilen bireysel çalışmaların etki büyüklüklerini birleştirmek için istatistiksel modeller kullanılır. Bu yöntemde kullanılan istatistiksel modeller; Sabit Etkiler ve Rastgele Etkiler modelleridir (Littel, Corcoran ve Pillai, 2008).

1. Sabit Etkiler Modeli: Sabit etkiler modeli, tüm çalışmaların aynı örneklemden geldiği varsayımına dayanır (Littel, Corcoran ve Pillai, 2008) ve tüm çalışmaların tek bir etki büyüklüğüne sahip olduğunu ve etki büyüklüklerindeki sapmaların örneklem değişikliklerinden kaynaklandığını savunur (Card, 2012). Başka bir deyişle, etki büyüklüğünü etkileyecek tüm faktörler tüm çalışmalarda aynıdır, dolayısıyla gerçek etki büyüklüğü tüm çalışmalarda tek olacaktır (Borenstein vd., 2013).

2. Rastgele Etkiler Modeli: Rastgele etkiler modeli, gerçek etki büyüklüğünün çalışmadan çalışmaya farklılık gösterdiği, farklı katılımcı sayısı ve farklı çalışmaların birleştirilmesi gibi nedenlerin farklı etki büyüklüklerine yol açtığı varsayımına dayanır (Borenstein vd., 2013). Başka bir deyişle, çalışmaya dâhil edilen verilerin tek bir ortalama etki büyüklüğü varsayımı yoktur, çalışmalardaki etki büyüklükleri çeşitlilik gösterir ve bu çeşitlilik merkezi eğilim ve çalışma sapmalarından kaynaklanır (Card, 2012).

Analiz öncesinde araştırmacıların bu iki modelden hangisini istatistiksel model olarak kullanacaklarına karar vermeleri gerekmektedir (Borenstein vd., 2013).

3.1.5. Etki Büyüklüğü

Etki büyüklükleri, meta-analizin temelini oluşturur ve deneysel bir prosedürün kesinliğini ve deneysel etkinin büyüklüğünü gösterir (Thalheimer ve Cook, 2002). Meta-analiz çalışmalarında araştırmalar ve gerekli veriler kodlandıktan sonra etki büyüklüğü denilen birim hesaplanır. Etki büyüklüğü "popülasyonda kendiliğinden meydana gelen veya ortaya çıkan sonuçların büyüklüğünü" ifade eder (Ellis, 2010). Etki büyüklüğü, iki ayrı grubun ortalamaları arasındaki farkın standart sapmaya bölünmesiyle elde edilir (Thalheimer ve Cook, 2002). Etki büyüklüğü eksi (-) ile artı (+) arasında bir değer alır ve negatif değer elde edilmesi deneysel işlemin kontrol grubu lehine, pozitif olması ise bu işlemin deney grubu lehine sonuçlandığı anlamına gelir (Özdemirli, 2011).

Etki büyüklüğü, meta-analizde ilişkinin gücünü ve yönünü belirleyen ortak ölçü birimi olarak tanımlanmaktadır. Meta-analiz çalışmalarında, bireysel çalışmalardan elde

edilen istatistiksel veriler bir araya getirilir ve ortak bir ölçü birimi olan etki büyüklüğüne dönüştürülür (Şahin, 2005). Etki büyüklüğü, iki farklı grubun ortalama değerleri arasındaki farkın standart sapmaya bölünmesiyle elde edilir, yani etki büyüklüğü, grupların ortalamaları arasındaki farkla doğru, standart sapmalarıyla ters orantılıdır. Diğer bir deyişle ortalamalar arasındaki fark fazla ise etki büyüklüğü değeri de yüksektir (Ergene, 1999).

Literatürde istatistiksel modeller kullanılarak yapılan analizler sonucunda elde edilen etki büyüklüklerinin düzeyinin yorumlanmasında birden fazla sınıflama bulunmaktadır. Bu sınıflamalardan en sık kullanılanlar Cohen (1988), Thalheimer ve Cook (2002) ve Cohen, Manion ve Morrison (2007)'dir.

Cohen'in (1988) etki büyüklüğü sınıflandırması şu şekildedir:

1. Etki büyüklüğü değeri 0,20 - 0,50 arasında ise düşük,
2. Etki büyüklüğü değeri 0,50 - 0,80 arasında ise orta,
3. Etki büyüklüğü değeri 0,80'den büyükse yüksek seviyededir.

Thalheimer ve Cook'un (2002) etki büyüklüğü sınıflandırması şu şekildedir:

1. Etki büyüklüğü değeri -0,15 - 0,15 arasında ise önemsiz,
2. Etki büyüklüğü değeri 0,15 - 0,40 arasında ise düşük,
3. Etki büyüklüğü değeri 0,40 - 0,75 arasında ise orta,
4. Etki büyüklüğü değeri 0,75 - 1,10 arasında ise yüksek,
5. Etki büyüklüğü değeri 1,10 - 1,45 arasında ise çok yüksek,
6. Etki büyüklüğü değeri 1,45'ten daha büyükse mükemmel düzeydedir.

Cohen, Manion ve Morrison'un (2007) etki büyüklüğü sınıflandırması şu şekildedir:

1. Etki büyüklüğü değeri 0 – 0,20 arasında ise zayıf,
2. Etki büyüklüğü değeri 0,21 - 0,50 arasında ise küçük,
3. Etki büyüklüğü değeri 0,51 - 1,00 arasında ise orta,
4. Etki büyüklüğü değeri 1.01 ve üzerinde ise güçlü düzeydedir.

Cohen (1988) etki büyüklüğünün yönünü şu şekilde belirlemiştir:

1. Etki büyüklüğü değeri sıfır (0) ise deney ve kontrol grupları arasında fark yoktur.
2. Etki büyüklüğü değeri negatif (-) ise durum kontrol grubu lehinedir.
3. Etki büyüklüğü değeri pozitif (+) ise durum deney grubu lehinedir.

3.1.6. Yayın Yanlılığı

Meta-analiz çalışmalarında etki büyüklüğü kadar yayın yanlılığı da

değerlendirilmelidir. Yayın yanlılığı, araştırmacıların belirli bir sonuca odaklanıp çok dar bir alanı taramaları durumunda ortaya çıkmakta (Dinçer 2014) ve araştırmacıların istatistiksel olarak anlamlı sonuçlara ulaşan çalışmaları yayınlama eğiliminden kaynaklanan bir durumdur (Kurşun, 2019). Bu durum ortalama etki büyüklüğünün yüksek olmasına neden olmaktadır. Çarkungöz ve Ediz (2009), yayın yanlılığını ortadan kaldırmak için yayınlanmış çalışmalara olduğu kadar yayınlanmamış çalışmalara da ulaşarak yayım yanlılığının azaltılabileceğini belirtmektedir (Dinçer, 2014; Bakioğlu ve Özcan, 2016).

Meta-analiz çalışmalarda sadece olumlu sonuç alınan çalışmaların analize dâhil edilmesi ve etki büyüklüğünün bu çalışmalara dayandırılması sıklıkla eleştirilmektedir. Bunun meta-analiz çalışmalarda yayın yanlılığı gibi önemli bir soruna yol açtığı belirtilmektedir. Bu yanlılığın önüne geçebilmek için mümkün olduğunca çok ve çeşitli çalışmalara yer verilmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Nasıl ulaşılacağı muamma olsa da yayınlanmış çalışmaların yanı sıra yayınlanmamış çalışmalara da ulaşılması önerilir. Ancak yayınlanmamış çalışmalara ulaşmanın oldukça zor olduğu söylenebilir. Çünkü bir araştırmacı tamamlanmış bir çalışmayı yayımlayabilir veya yayınlamak istemeyebilir (Üzüm, 2022).

Yayın yanlılığının hesaplanabilmesi için Rosenthal's Protected N, Orwin's Safe N, Egger Regresyon Analizi, Begg ve Mazumdar Rank Korelasyonu, Duval ve Tweedie's Trim and Fill yöntemi gibi istatistiksel yöntemlerin yanı sıra Funnel Plot ve Forest Plot gibi görsel yöntemlerin de kullanıldığı görülmektedir (Dinçer, 2014; Bakioğlu ve Özcan, 2016).

Huni grafiğinde (Funnel Plot), bireysel çalışmaların etki büyüklükleri huni çizgileri içindeyse ve simetrik olarak dağılmışsa, yayın yanlılığına neden olmaz; bireysel çalışmaların etki büyüklüklerinin huni çizgilerinin dışında ve asimetrik dağılmış olması yayın yanlılığına neden olur (Ören ve Sarı, 2019). Huni grafiği, araştırmacının huni grafiğini yalnızca görsel olarak yorumlamasına izin verdiğinden, yalnızca huni grafiğine bakarak yayın yanlılığının olup olmadığını söylemenin zor olduğu belirtilmektedir. Bunun için daha gelişmiş istatistiksel yöntemlerin uygulanması önerilir. Orman grafiği (Forest Plot), genel etki büyüklüğünü, her bir çalışmanın etki büyüklüğünü ve her bir çalışmanın ağırlığını gösterir. Orman grafiğinde; kareler her bir çalışmanın bireysel etki büyüklüğünü, elmas ise tüm çalışmaların etki büyüklüğünü gösterir (Üzüm, 2022).

Rosenthal'in Korumalı N Sayısı yöntemi, dosya çekmecesinde kalan yayınlanmamış çalışmaların sayısını tahmin etmeye dayanır. Bu yöntemde $1 < N/(5k+10)$ formülü kullanılır (Mullen, Muellerleile ve Bryant, 2001). Burada (k), birincil çalışmaların sayısını, yani analize tabi tutulan çalışmaların sayısını, N ise analizden kaynaklanan çalışmaların sayısını ifade eder. Bu formül sonucunda elde edilen sonuç birden büyük ise yayın yanlılığının olmadığı ifade edilebilir. Orwin'in Safe N yönteminde eksik çalışmalarda sıfırdan farklı bir ortalamanın belirlenmesine yardımcı olur (Yıldırım, 2021). Yayın yanlılığını ortaya çıkarmak için kullanılan bir diğer yöntem de Egger Regresyon Testidir. Bu regresyon testi, "p" anlamlılık değeri yardımıyla huni grafiğinin asimetrisini gösterir (Egger, Smith, Schneider ve Minder, 1997). Duval ve Tweedie Kırp ve Doldur yöntemi ise eksik çalışmaları gösterir ve dolgu yapılmadan elde edilen toplam etki büyüklüğünü ve doldurma ile hesaplanan genel etki büyüklüğünü gösterir (Mullen vd., 2001).

3.1.7. Homojenlik ve Heterojenlik

Homojenlik analizi, etki boyutlarının bir çalışmadan diğerine nasıl değiştiğini gösterir. Homojenlik testi, araştırmacıların etki büyüklüğünün varyansının ve örneklemin beklenen hatasının önemli ölçüde farklılık gösterip göstermediğini incelemesine olanak tanır. Cochran tarafından geliştirilen χ^2 testi, heterojenliği test etmede yaygın olarak kullanılan basit bir istatistiksel testtir (Şelli ve Doğan, 2011). İstatistiksel olarak anlamlı bir ki-kare değeri, etki büyüklüklerinin heterojen olması durumunda çalışmaların birden fazla dağılımdan geldiği bilgisini sağlar. Ayrıca meta-analizde hangi istatistiksel yöntemin seçileceğine karar vermede homojenlik ve heterojenlik testlerinin etkili olduğu söylenebilir (Frazier, Youngstrom, Glutting ve Watkins, 2007).

3.2. Verilerin Toplanması

Meta-analiz çalışmalarında araştırmaya dâhil edilecek çalışmaların araştırma sınırlarını aşmaması, istatistiksel olarak gerekli ve faydalı verileri içermesi önemlidir. Ancak meta-analizde araştırma konusu ile ilgili çok sayıda çalışmaya ulaşmak, araştırmanın güvenilirliğinin ve geçerliğinin olabildiğince doğru olmasını sağlar (Sarigöl, 2022; Üzüm, 2022). Bu noktada araştırma kapsamında ulaşılmayan çalışma kalmadığından emin olmak için belirlenen anahtar kelimeler kullanılarak veri tabanları

ve makale paylaşım platformları belirli aralıklarla detaylı bir şekilde taranmıştır.

Literatür taramasında aşağıda verilen anahtar kelimeler kullanılmıştır:

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

Laboratuvar etkinliklerinde kullanılan farklı öğretim yöntem ve tekniklerin öğretmen adaylarının akademik başarı ve bilimsel süreç becerilerinin gelişimine olan 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 verileri 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.

Literatür taramasında aşağıda verilen veri tabanları kullanılmıştır:

- YÖK Ulusal Tez Merkezi (<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>),

- Google Akademik (<https://scholar.google.com>),
- DergiPark Akademik (<https://dergipark.org.tr>),

Veri tabanlarından elde edilen çalışma sayıları Tablo 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3.1
Veri Tabanlarından Elde Edilen Çalışma Sayıları

Veri Tabanı	Çalışma Sayısı	%
Ulusal Tez Merkezi	32	72,73
Google Akademik	8	18,18
DergiPark Akademik	4	9,09
Toplam	44	100,00

Tabloda 3.1’de yer alan veriler incelendiğinde; meta-analize dâhil edilen çalışmaların büyük bir çoğunluğu (%72,73) Ulusal Tez Merkezi’nden elde edildiği görülmektedir. İkinci sırada Goole Akademik (%18,18) ve son sırada DergiPark Akademik (%9,09) bulunmaktadır. Ülkemizde yapılan yüksek lisans ve doktora tezleri, YÖK Ulusal Tez Merkezi veri tabanına kayıt edilmesi nedeniyle tezler için bu kaynağa başvurulmuş ve tezlere bu veri tabanı aracılığıyla ulaşılmıştır. Meta-analize dâhil edilen makalelerin oranı ise toplamda %27,27’dir. Sonuç olarak meta-analize 22 yüksek lisans, 10 doktora ve 12 makale olmak üzere toplamda 44 çalışma dâhil edilmiştir.

3.2.1. Dâhil Edilme Kriterleri

Meta-analiz çalışmalarında en önemli adım dâhil edilme kriterlerinin belirlendiği aşamadır. Dâhil edilme kriterleri çalışmanın amacına bağlı olarak net bir şekilde tanımlanmalıdır. Belirlenen kriterler, çalışmanın sağlıklı bir şekilde yürütülmesini ve aynı kriterler başka araştırmacılar tarafından kullanıldığında birbirine yakın sonuçlar vermesini sağlaması açısından önemlidir (Card, 2012).

Meta-analize dâhil edilen çalışmalarda aşağıda belirtilen kriterler aranmıştır.

1. Zaman: Meta-analize 2000 ile 2022 yılları arasında yayımlanan çalışmalar dahil edilmiştir.
2. Araştırma Yöntemi: Meta-analize dahil edilen çalışmaların; örneklem gruplarının öğretmen adaylarından oluşmasına, laboratuvar etkinliklerinde kullanılan farklı öğretim yöntem ve tekniklerini ele alıyor olmalarına, akademik başarı veya bilimsel süreç becerilerini inceliyor olmalarına dikkat edilmiştir.
3. Araştırmanın Dili: Meta-analize dili Türkçe olan çalışmalar alınmıştır.

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. İstatistik 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.

3.2.2. Hariç Tutulma Kriterleri

Literatür taraması sonucunda ulaşılan çalışmaların tamamının meta-analiz kapsamına alınması hatalı sonuçlara yol açabilir. Bazı çalışmaların araştırma kapsamına alınmaması, bu çalışmaların araştırma kapsamında olmamasından ya da yeterli veri içermemesinden kaynaklanmaktadır (Erbay, 2013). Bu çalışmada meta-analize dâhil edilen çalışmalar dışında kalan bütün çalışmalar, hariç tutulma kriterleri içerisinde yer almış olup; çalışmanın kapsamı dışında tutulmuştur. Gürsoy'un (2017) da belirttiği gibi bu durum, hariç tutulan çalışmaların meta-analiz için gerekli tüm istatistiksel veriye sahip olmadığı anlamına da gelmektedir. Bu nedenlerden dolayı çalışmaya dâhil edilme kriterlerini taşımayan çalışmalar, bu çalışmanın sınırları dışında tutulmuştur. Bu meta-analize dâhil edilmeyen çalışmalar için dışlama kriterleri aşağıdaki gibi belirlenmiştir:

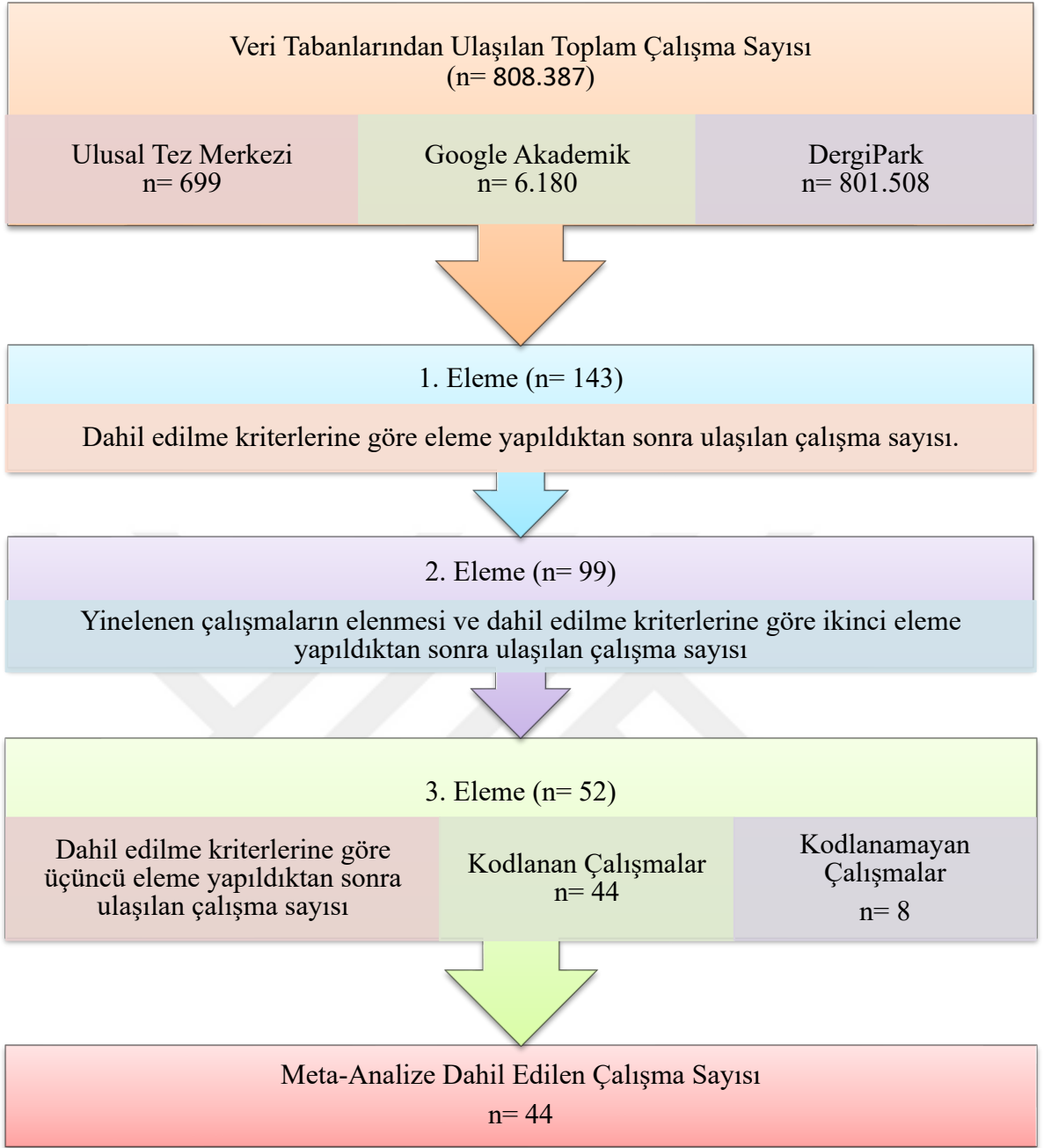
1. Meta-analiz çalışmasına 2000 yılından önce ve 2022 yılından sonra yayımlanan çalışmalar dâhil edilmemiştir.
2. Örneklem grupları öğretmen adaylarından oluşmayan, laboratuvar etkinliklerinde kullanılan farklı öğretim yöntem ve tekniklerini ele almayan, akademik başarı veya bilimsel süreç becerilerini incelemeyen çalışmalar, bu araştırmaya dâhil edilmemiştir.
3. Tez araştırmalarından üretilen makaleler, meta-analiz çalışmasına dâhil edilmemiştir.
4. Meta-analiz değerlendirmesine dâhil edilmesi için gerekli istatistiksel verileri içermeyen çalışmalar meta-analiz çalışmasına dâhil edilmemiştir.
5. Araştırma dili Türkçe olmayan çalışmalar, çalışmaya dâhil edilmemiştir.

3.2.3. Çalışmaların Meta-Analize Dâhil Edilme Süreci

Yapılan taramalar sonucunda ulaşılan çalışma sayısı, dâhil etme ve dışlama kriterlerine göre incelendikten sonra kalan çalışma sayısı ve son olarak ayrıntılı inceleme

sonrasında meta-analize dâhil edilen çalışma sayısı aşağıda yer alan şekilde gösterilmektedir. Şekilde yer alan akış şeması, Moher ve arkadaşları (2009) tarafından hazırlanan PRISMA kılavuzundan uyarlanmıştır.





Şekil 3.2. Araştırma sürecine ait akış şeması

Şekil 3.2’de yer alan veriler incelendiğinde veri tabanlarından ulaşılan toplam çalışma sayısı; Ulusal Tez Merkezi 699, Google Akademik 6.180 ve DergiPark Akademik 801.508 olmak üzere toplamda 808.387’dir. Dahil edilme kriterlerine göre birinci eleme yapıldıktan sonra ulaşılan çalışma sayısı 143, yinelenen çalışmaların elenmesi ve dahil edilme kriterlerine göre ikinci eleme yapıldıktan sonra ulaşılan çalışma sayısı 99, dahil edilme kriterlerine göre üçüncü eleme yapıldıktan sonra ulaşılan çalışma sayısı 52 (kodlanan çalışmalar = 44 ve kodlanamayan çalışmalar = 8) ve tüm bu işlemlerin sonucunda meta-analize dahil edilen çalışma sayısı 44’tür.

3.2.4. Çalışmanın Karakteristikleri

Çalışmanın karakteristikleri, etki büyüklüğü ile ilgili etkenlerdir. Çalışma karakteristikleri, araştırmacı tarafından belirlenmekte ve meta-analize etki ettiği düşünülen ve bu etkinin boyutunu belirlemek için kullanılan bağımsız değişkenlerdir (Rosenthal, 1991; Armağan, 2011). Meta-analizin ön aşaması değişkenlerin belirlenmesi veya araştırma sorusunun formüle edilmesidir. Dolayısıyla, diğer tüm araştırmalarda olduğu gibi meta-analiz de araştırma probleminin, bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında kurulan ilişkinin ve içerdiği zorlukların anlaşılması ve geliştirilmesiyle başlar. Tüm bağımlı ve bağımsız değişkenlerin mümkün olduğunca kesin bir şekilde tanımlanması önemlidir çünkü bunlar meta-analize dâhil edilecek verilerin temelini oluşturacaktır (Eisend ve Tarrahi, 2016). Çoğu meta-analiz bir bağımlı ve bir bağımsız değişken üzerine kuruludur; ancak ayrı ayrı analiz edilebilecek bir ile birçok ilişkiye sahip olmak da mümkündür (Eisend, 2017).

Değişkenleri tanımlamak araştırmacıya bağlı olduğundan, değişkenler geniş tanımlanabileceği gibi dar da tanımlanabilir. Bununla birlikte, meta-analizin değişkenlerin hem geniş hem de dar tanımlanmasına izin vermesi dikkat çekicidir, ancak daha geniş tanımlar söz konusu olduğunda, hangi birincil çalışmaların dahil edileceği ve hangilerinin hariç tutulacağına dair bir kriter tanımlamak için kodlama ve operasyonel tanımların dar olması gerekir (Eisend ve Küster, 2011). Ayrıca, aracı değişkenlerin araştırma modelinin bir parçası olup olmayacağına başlangıçta karar vermek araştırmacı için büyük değer taşımaktadır (Völckner ve Hofmann, 2007). Kavramların ya da değişkenlerin geniş bir şekilde belirlenmesi araştırmacıya geniş bir uygulama alanı sağlamakta ve bir yandan meta-analitik bulguların genelleştirilmesini desteklemekte, ancak aynı zamanda bulgularda daha fazla heterojenlik ve daha az kesinlik riskine de neden olmaktadır (Cooper, Hedges ve Valentine, 2009).

Uygun bir araştırma sorusu formüle edildikten ve bağımsız, bağımlı veya varsa aracı değişkenler tanımlandıktan sonra, araştırmadaki bir sonraki adım, ilgili konuda mevcut tüm çalışmaların kapsamlı bir araştırmasını yapmaktır. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte elektronik veri tabanlarına erişmek artık çok daha kolaydır. Çok çeşitli veri tabanları mevcuttur ve araştırmacı kapsamlı bir analiz yapabilmek için mümkün olduğunca çok veri tabanına başvuracaktır (Gough, Oliver ve Thomas, 2012).

Yayın yanlılığından kaçınmak için hem yayınlanmış hem de yayınlanmamış araştırmalar dikkate alınacak ve bu amaçla tüm bibliyografik, konu bazlı, atıf bazlı ve

literatür veri tabanları taranacaktır. Meta-analistler, nicel incelemelerine hem yayınlanmış hem de yayınlanmamış çalışmalarını dâhil ederek, bir çalışmanın yayın durumunun çalışmada tahmin edilen etki büyüklüğü ile ilişkili olması sorununu hafifletmeye çalışırlar. Basit bir ifadeyle, bağımlı ve bağımsız değişken arasındaki ilişkiyi inceleyen ve söz konusu ilişkiler için ampirik bulgulara sahip olan her bir çalışma, çalışma popülasyonuna girecektir (Cooper, Hedges ve Valentine, 2009).

Bu meta-analiz çalışmasında yer alan karakteristikler şunlardır:

- 1- Çalışma yılı
- 2- Çalışma türü
- 3- Çalışma deseni
- 4- Çalışma grubu
- 5- Örneklem büyüklüğü
- 6- Öğretim yöntemi

3.2.5. Kodlama Yöntemi

Meta-analiz çalışmalarında, araştırmaya dâhil edilen çalışma bulgularının birleştirilmesi ve karşılaştırılması için kodlama yapılması gerekmektedir. Kodlama; kararları açık ve net bir şekilde gösteren ve dışarıda bırakılan verilerin nedenlerini belirten en iyi yer olma özelliğine sahiptir (Bakioğlu ve Özcan, 2016). Kodlama yönteminde, dâhil edilen çalışma özelliklerinin karşılaştırılabilmesi için bu çalışmaların tek tek kodlanması gerekmektedir (Çetinkıl, 2017). Bu amaçla çalışmaları kodlamak için bir kodlama formu oluşturulmuş ve araştırmaya dâhil edilen çalışmalar bu forma işlenmiştir.

Bu çalışmada kullanılan kodlama formunun örneği ve araştırmaya dahil olan çalışmaların listesi, çalışmanın ekinde verilmiştir.

3.2.6. Değişkenler

Meta-analiz çalışması kapsamına dâhil edilen çalışmalardan elde edilen etki büyüklükleri bu araştırmanın bağımlı değişkenlerini oluşturmaktadır. Bu değişkenler, laboratuvar etkinliklerinde kullanılan farklı öğretim yöntem ve tekniklerin öğretmen adaylarının akademik başarı ve bilimsel süreç becerilerinin gelişimine olan 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 aşağıdaki gibidir:

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 yaklaşımların olduğu görülmektedir. Bu çalışmada genel etki büyüklüğünü daha net yansıtmak ve veri kaybını önlemek için her grupta en az 2 çalışma yapılmasına karar verilmiştir. Bu doğrultuda oluşturulmuş moderatör değişkenler ve alt grupları Tablo 3.2’de verilmiştir.

Tablo 3.2
Araştırmanın Moderatör Değişkenleri ve Alt Grupları

Çalışmanın Karakteristikleri	Alt Gruplar
Çalışma yılı	2006-2010
	2011-2015
	2016-2020
	2021 ve üzeri
Çalışma Türü	Doktora tezi
	Makale
	Yüksek lisans tezi
Çalışma Deseni	Gerçek deneme deseni
	Karma desen
	Yarı deneme deseni
Çalışma Grubu	Fen bilgisi öğretmenliği
	Fizik Öğretmenliği
	Kimya öğretmenliği
Örneklem Büyüklüğü	Sınıf öğretmenliği
	30 ve aşağısı ($n \leq 30$)
	31-60 ($31 \leq n \leq 60$)
	61-90 ($61 \leq n \leq 90$)
	91-120 ($91 \leq n \leq 120$)
121 ve üzeri ($n > 121$)	
Öğretim Yöntemi	Çalışmalarda yer alan öğretim yöntemleri

3.3. Verilerin Analizi

Araştırma kapsamında literatür taraması sonrasında araştırmanın karakteristikleri

belirlenmiş ve kodlama işlemi yapılmıştır. Öncelikle araştırmanın betimsel istatistikleri tablolar halinde araştırmanın bulguları 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 $p=0,05$ olarak alınmıştır.

Bu meta-analiz çalışmasında, grup karşılaştırma meta-analiz türlerinden biri olan işlem etkililiği meta-analizi kullanılmıştır. Homojenlik/heterojenlik analizi için Cochran (1954) tarafından geliştirilen Q testine yer verilmiş, çalışmaların heterojen bir yapıya sahip olduğu görülmüş ($p<0.5$) ve bu nedenle rastgele etkiler modeli kullanılmıştır. İstatistiksel hesaplamalar sonucunda elde edilen etki büyüklükleri yorumlanırken Thalheimer ve Cook (2002) tarafından yapılan sınıflandırma dikkate alınmıştır. 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.

BÖLÜM IV

BULGULAR

Bu bölümde, çalışmanın amacı doğrultusunda elde edilen bulgulara ve bu bulguların yorumlarına yer verilmiştir.

4.1. 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. Betimleyici istatistikler, akademik başarı ve bilimsel süreç becerilerine yönelik betimleyici istatistikler olmak üzere iki kategoride ele alınmış ve yorumlanmıştır.

4.1.1. Akademik Başarıya Yönelik Betimleyici İstatistikler

Akademik başarı ile ilgili çalışmalara ait betimleyici istatistiklerin frekans ve yüzde dağılımları Tablo 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4.1
Akademik Başarıya Yönelik Betimleyici İstatistikler

Moderatör Değişkenler ve alt grupları	Frekans (f)	Yüzde (%)	
Çalışma Yılı	2006-2010	1	4,8
	2011-2015	8	38,1
	2016-2020	10	47,6
	2021 ve üzeri	2	9,5
Yayın Türü	Doktora tezi	6	28,6
	Makale	4	19,0
	Yüksek lisans tezi	11	52,4
Çalışma Deseni	Gerçek deneme deseni	10	47,6
	Karma desen	2	9,5
	Yarı deneme deseni	9	42,9
Çalışma Grubu	Fen bilgisi öğretmenliği	19	90,5
	Sınıf öğretmenliği	2	9,5
Örneklem Büyüklüğü	30 ve aşağısı ($n \leq 30$)	0	0
	31-60 ($31 \leq n \leq 60$)	8	38,1
	61-90 ($61 \leq n \leq 90$)	8	38,1
	91-120 ($91 \leq n \leq 120$)	4	19,0
	121 ve üzeri ($n > 121$)	1	4,8
Toplam	21	100,0	

Akademik başarı ile ilgili en fazla çalışmanın 2016-2020 yılları arasında yapıldığı (%47,6) görülmektedir. İkinci olarak 2011-2015 yılları arasında (%38,1), üçüncü olarak 2021 ve üzeri yılları arasında (%9,5) ve son olarak 2006-2010 (%4,8) yılları arasında en fazla çalışma yapılmıştır. Meta-analize dahil edilen çalışmalar (2000-2022 yıllarına ait) çerçevesinde yapılan literatür taramasında akademik başarı ile ilgili ilk çalışmanın 2009 yılına ait (1 çalışma) olduğu ve en fazla çalışmanın ise 2012 yılına (5 çalışma) ait olduğu görülmüştür.

Akademik başarı ile ilgili çalışmaların yarısından fazlası (%52,4) yüksek lisans tezi olarak yapılmıştır. İkinci sırada doktora tezleri (%28,6) yer alırken, son sırada makaleler (%19) bulunmaktadır. Yüksek lisans öğrenimine devam edenlerin sayısal çoğunluğu düşünüldüğünde elde edilen bu sonucun beklenen bir sonuç olduğu düşünülebilir. Diğer taraftan bu çalışmada yüksek lisans tezlerinden makaleye dönüştürülerek yayın yapılan çalışmalar dışlanmıştır. İlk çalışmaya yani doktora veya yüksek lisans tezlerine öncelik verilmiştir.

Akademik başarı ile ilgili çalışmaların en fazla gerçek deneme deseninde (%47,6) yapıldığı görülmektedir. İkinci sırada yarı deneme deseni (%42,9) yer alırken, son sırada karma desen (%22,9) bulunmaktadır.

Akademik başarı ile ilgili çalışmaların büyük çoğunluğunun (%90,5) fen bilgisi öğretmenliğinde okuyan öğrenciler ile yani fen bilgisi öğretmeni adaylarıyla yapıldığı görülmektedir. Elde edilen verilere göre akademik başarıya yönelik yapılmış çalışmaların az bir kısmının (%9,5) sınıf öğretmeni adayları ile yapıldığı söylenebilir.

Akademik başarı ile ilgili çalışmaların en fazla 31-60 (%38,1) ve 61-90 (%38,1) örneklem büyüklüğü gruplarıyla yapıldığı görülmektedir. İkinci sırada 91-120 örneklem büyüklüğü grubu (%19) yer alırken, 121 ve üzeri örneklem büyüklüğü grubu (%4,8) ile sadece 1 çalışma bulunmaktadır. Örneklem büyüklüğünün ortalaması $\bar{x}=72,76$ olarak bulunmuştur. Çalışmalar, en düşük 42 kişilik örneklem büyüklüğü (2 çalışma) ve en yüksek 122 kişilik örneklem büyüklüğü (1 çalışma) ile yapılmıştır. Bunların dışında diğer çalışmaların örneklem büyüklüğü 46 ile 120 kişi arasında değişmektedir.

4.1.2. Bilimsel Süreç Becerilerine Yönelik Betimleyici İstatistikler

Bilimsel süreç becerileri ile ilgili çalışmalara ait betimleyici istatistiklerin frekans ve yüzde dağılımları Tablo 4.2’de verilmiştir.

Tablo 4.2

Bilimsel Süreç Becerilerine Yönelik Betimleyici İstatistikler

Moderatör Değişkenler ve alt grupları	Frekans (f)	Yüzde (%)	
Çalışma Yılı	2006-2010	4	11,4
	2011-2015	17	48,6
	2016-2020	11	31,4
	2021 ve üzeri	3	8,6
Çalışma Türü	Doktora tezi	7	20,0
	Makale	10	28,6
	Yüksek lisans tezi	18	51,4
Çalışma Deseni	Gerçek deneme deseni	11	31,4
	Karma desen	8	22,9
	Yarı deneme deseni	16	45,7
Çalışma Grubu	Fen bilgisi öğretmenliği	27	77,1
	Fizik Öğretmenliği	1	2,9
	Kimya öğretmenliği	1	2,9
	Sınıf öğretmenliği	6	17,1
Örneklem Büyüklüğü	30 ve aşağısı ($n \leq 30$)	3	8,6
	31-60 ($31 \leq n \leq 60$)	11	31,4
	61-90 ($61 \leq n \leq 90$)	15	42,9
	91-120 ($91 \leq n \leq 120$)	4	11,4
	121 ve üzeri ($n > 121$)	2	5,7
Toplam	35	100,0	

Bilimsel süreç becerileri ile ilgili en fazla çalışmanın 2011-2015 yılları arasında yapıldığı (%48,6) görülmektedir. İkinci olarak 2016-2020 yılları arasında (%31,4), üçüncü olarak 2006-2010 yılları arasında (%11,4) ve son olarak 2021 ve üzeri (%8,6) yılları arasında en fazla çalışma yapılmıştır. Meta-analize dahil edilen çalışmalar (1999 ve 2023 yılları arasında) çerçevesinde yapılan literatür taramasında bilimsel süreç becerileri ile ilgili ilk çalışmanın 2007 yılına ait (2 çalışma) olduğu ve en fazla çalışmanın ise 2012 ve 2016 yıllarına ait (5'er çalışma) olduğu görülmüştür. Ayrıca 2006 ve öncesi yıllar ile 2010 ve 2022 yıllarına ait herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bilimsel süreç becerileri ile ilgili çalışmaların yarıdan fazlası (%51,4) yüksek lisans tezi olarak yapılmıştır. İkinci sırada makaleler (%28,6) yer alırken, son sırada doktora tezleri (%20) bulunmaktadır. Doktora öğrenimine devam edenlerin niceliksel olarak yüksek lisans öğrenimi yapanlardan daha az olduğu düşünüldüğünde bu sonuç, beklenen bir sonuç olarak yorumlanabilir. Bu çalışmada tekrarlı yayınlar dışlanmıştır. Yani doktora ve yüksek lisans tezlerinden makaleye dönüştürülerek yayın yapılan çalışmaların, makale yayınları dışlanmış ve tezler çalışmaya dâhil edilmiştir.

Bilimsel süreç becerileri ile ilgili 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.

Bilimsel süreç becerileri ile ilgili çalışmaların çoğunluğunun (%77,1) fen bilgisi öğretmenliğinde okuyan öğrenciler ile yani 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.

Bilimsel süreç becerileri ile ilgili 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.

4.2. Çalışmaların Etki Büyüklüklerine Ait Bulgular

Akademik başarı ve bilimsel süreç becerileri ile ilgili çalışmaların etki büyüklüğüne ait bulgular aşağıda ele alınmıştır.

4.2.1. Akademik Başarı ile İlgili Çalışmaların Etki Büyüklüklerine Ait Bulgular

Akademik başarı ile ilgili çalışmaların etki büyüklüğünün hesaplanmasında istatistiki anlamlılık $p = .05$ olarak kabul edilmiş; deney ve kontrol gruplarının örneklem sayıları, aritmetik ortalamaları ve standart sapmalarına yer verilmiştir. Analizler sonucunda ulaşılan etki büyüklüklerinin yorumlanmasında Thalheimer ve Cook (2002) tarafından yapılan ölçek kullanılmıştır.

Akademik başarı ile ilgili meta-analize dâhil edilen çalışmaların etki büyüklükleri, etki büyüklüklerinin düzeyleri, standart hataları, güven aralıkları ve çalışma ağırlıkları Tablo 4.3'te verilmiştir.

Tablo 4.3
Akademik Başarı İlgili Çalışmaların Etki Büyüklüğüne Ait Bulguları

Çalışmalar	Etki Büyüklüğü	Etki Büyüklüğü Düzeyi	Standart Hata	Alt Limit	Üst Limit	Ağırlık
Bilen (2009)	0,136	Önemsiz	0,202	-0,043	0,245	11,47
Karaca (2011)	0,020	Önemsiz	0,206	-0,286	0,547	8,56
Toprak (2011)	0,372	Düşük	0,273	0,154	0,690	9,60
Recepoğlu (2012)	0,558	Orta	0,316	0,335	0,580	9,47
Keskin (2012)	2,239	Mükemmel	0,255	1,820	2,8757	8,86
Karatekin (2012)	-0,281	Önemsiz	0,273	-0,604	0,162	8,77
Arı vd. (2012)	0,454	Orta	0,244	-0,122	0,730	22,005
Bozkurt (2012)	0,817	Yüksek	0,232	0,623	1,512	20,12
Bıyıklı (2015)	1,475	Mükemmel	0,286	0,994	2,050	18,85
Güngör (2016)	1,241	Çok yüksek	0,349	1,176	2,507	19,80
Arslan (2016)	1,341	Çok yüksek	0,359	1,176	2,007	18,70
Güler (2016)	0,777	Yüksek	0,314	0,139	1,214	8,74
Erkol vd. (2017)	0,477	Orta	0,264	0,339	0,614	8,64
Akçay (2018)	-0,026	Önemsiz	0,276	-0,605	0,356	7,97
Ünal (2018)	-0,530	Önemsiz	0,301	-0,917	0,147	8,43
Doğru (2018)	1,641	Mükemmel	0,239	1,376	2,307	18,70
Sarı vd. (2018)	0,354	Düşük	0,253	-0,322	0,530	20,35
Öztürk (2019)	0,717	Orta	0,2512	0,323	1,5412	21,21
Polat (2019)	1,075	Yüksek	0,297	0,994	1,8056	20,95
Coştu (2021)	1,341	Çok yüksek	0,349	1,176	1,607	19,10

Çiftçi (2021)	0,730	Orta	0,299	0,187	0,974	7,97
Toplam	0,516	Orta	0,177	0,099	0,683	

Akademik başarı ile ilgili çalışmaların etki büyüklüğünün yönlerine ait frekans ve yüzde dağılımları Tablo 4.4'te verilmiştir.

Tablo 4.4
Akademik Başarı ile İlgili Çalışmaların Etki Büyüklüğü Yönlerinin Dağılımı

Etki Büyüklüğünün Yönü	Frekans (f)	Yüzde (%)
Pozitif (+)	18	85,71
Negatif (-)	3	14,29
Toplam	21	100,00

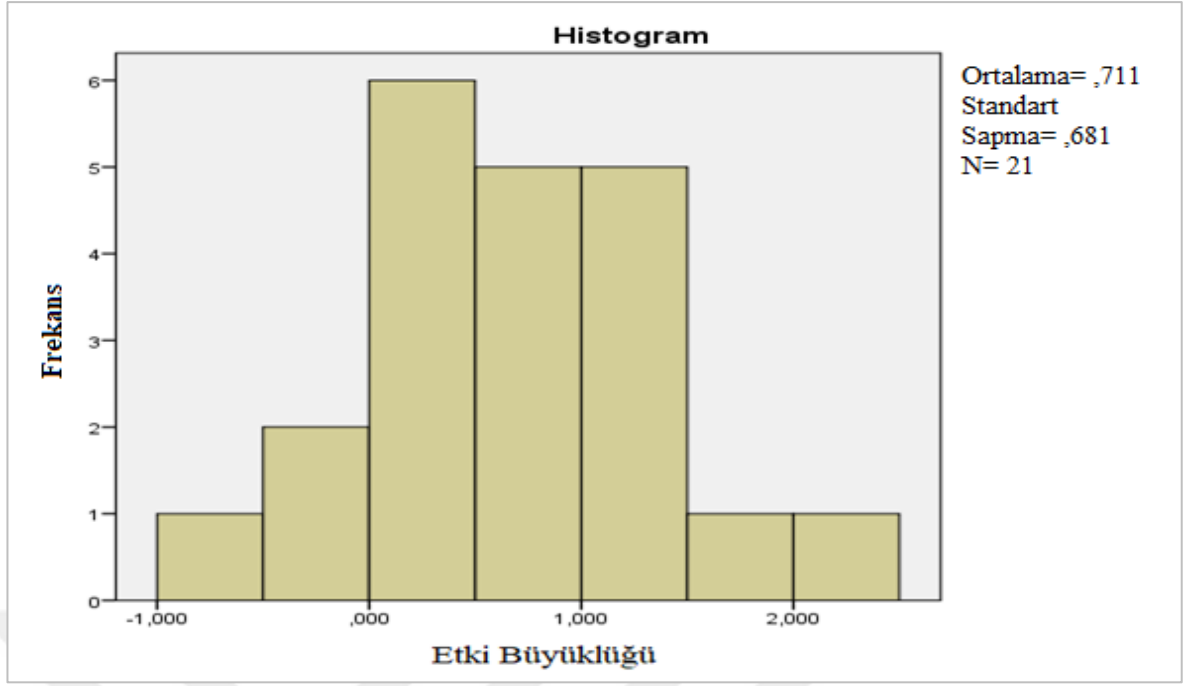
Tablo 4.4'te yer alan veriler incelendiğinde 21 çalışmanın (%85,71) pozitif yönlü, 3 çalışmanın ise negatif yönde olduğu görülmektedir. Çalışmaların büyük bir kısmının yönünün pozitif olması akademik başarı lehine bir durumun ortaya çıktığını göstermektedir.

Akademik başarı ile ilgili çalışmaların etki büyüklüğüne ait dağılımı gösteren Tablo 4.5'te verilmiştir.

Tablo 4.5
Akademik Başarı ile İlgili Çalışmaların Etki Büyüklüğüne Göre Dağılımları

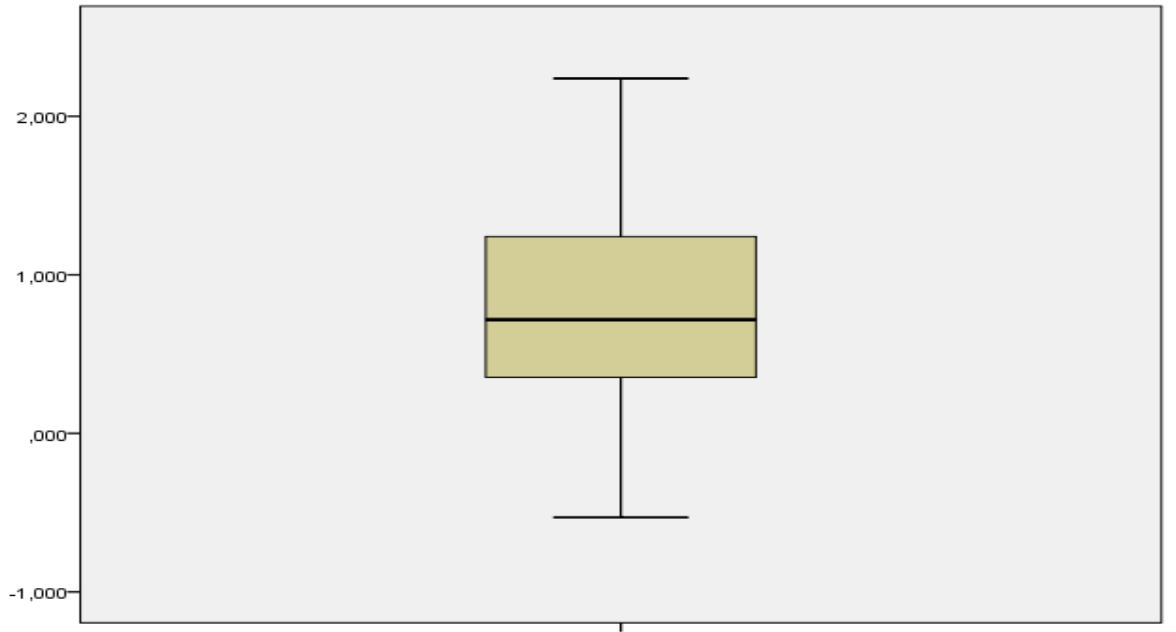
Etki Büyüklüğünün Yönü	Frekans (f)	Yüzde (%)
Önemsiz	5	23,8
Düşük	2	9,5
Orta	5	23,8
Yüksek	3	14,3
Çok yüksek	3	14,3
Mükemmel	3	14,3
Toplam	21	100,0

Tablo 4.5'te yer alan veriler incelendiğinde Thalheimer ve Cook'un (2002) yapmış olduğu sınıflandırma değerlendirme için kullanılmıştır. Buna göre önemsiz (%23,8) ve orta (%23,8) etkiye sahip 5'er çalışmanın, yüksek (%14,3), çok yüksek (14,3) ve mükemmel (14,3) etkiye sahip 3'er çalışmanın ve düşük etkiye sahip 2 çalışmanın (%9,5) olduğu görülmektedir. Akademik başarı ile ilgili çalışmaların etki büyüklüğü gösteren histogram grafiği Şekil 4.1.'de verilmiştir.



Şekil 4.1. Akademik başarı ile ilgili çalışmaların etki büyüklüğü histogram grafiği

Şekil 4.1’de verilen histogram grafiği incelendiğinde en büyük etkinin 0,00-1,50 arasında yoğunlaştığı görülmektedir. Analize dahil edilen 21 çalışmaya ait kutu grafiği ise Şekil 4.2’de verilmiştir.



Şekil 4.2. Akademik başarı ile ilgili çalışmaların etki büyüklüğü kutu grafiği

Akademik başarı ile ilgili çalışmaların etki büyüklüğüne ait kutu grafiğini açıklayan bazı istatistiki bilgilere Tablo 4.6’da yer verilmiştir.

Tablo 4.6
Akademik Başarı ile İlgili Çalışmaların Etki Büyüklüğünü Gösteren Bulgular

	Etki Büyüklüğü
Medyan	,717
Minimum değer	-,530
Maksimum değer	2,239
Açıklık	2,769
Çeyrekler aralığı	,299
Çarpıklık katsayısı	,279

Tablo 4.6’da yer alan veriler incelendiğinde minimum değer (-,530) ile maksimum değer (2,239) 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 yönelik homojenlik/heterojenlik testi yapılmıştır. Homojenlik/heterojenlik testi sonuçları Tablo 4.7’de sunulmuştur.

Tablo 4.7
Akademik Başarı ile İlgili Çalışmaların Homojenlik/Heterojenlik Testi Bulguları

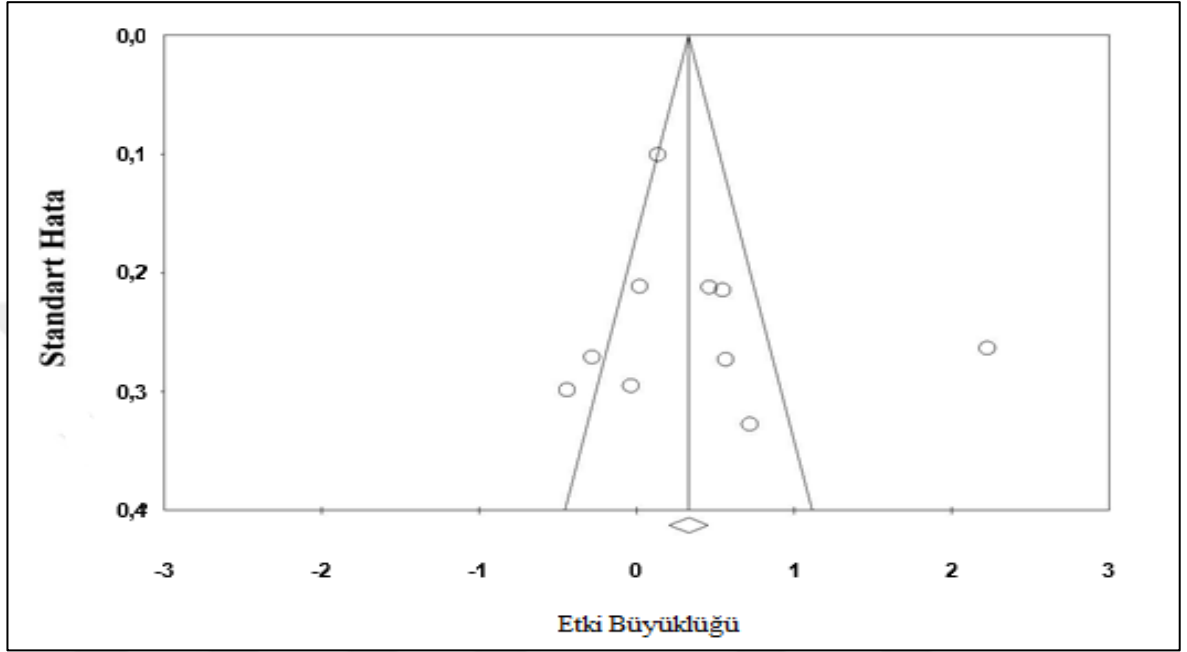
Değişken	Qb	df	p	I ²	X ²	N	ES	SE	Etki Büyüklüğü için Güven Aralığı %95	
									Alt sınır	Üst sınır
Model	69,627	21	,0000	89,521	19,016					
Sabit Etkiler Modeli						21	,335	,058	,301	,466
Rastgele Etkiler Modeli						21	,521	0,19	,048	,794

Tablo 4.7’de veriler incelendiğinde sabit etkiler modeline ait etki büyüklüğünün değerinin ,335 olduğu ve bunun da düşük düzey etkiye karşılık geldiği; rastgele etkiler modeline ait etki büyüklüğünün ,521 olduğu ve bu değer de orta düzey etkiye karşılık geldiği görülmektedir. Ayrıca Qb= 69,627 ve p<.05 olması nedeniyle çalışmaların heterojen bir yapıya sahip olduğu söylenebilir.

Ulaşılan bilgiler, sonucun istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir. Bu nedenle laboratuvar etkinliklerinde kullanılan farklı öğretim yöntem ve tekniklerin öğretmen adaylarının akademik başarılarını olumlu yönde etkilediği söylenebilir. Bu

etki, Thalheimer ve Cook'un (2002) sınıflandırmasına göre orta düzeyde bir etkidir (Etki büyüklüğü = ,521; Etki büyüklüğü değeri 0,40–0,75 arasında ise “orta”; Thalheimer ve Cook, 2002).

Etki büyüklüğü değerinin yayın yanlılığından etkilenme durumu belirleyebilmek için huni grafiğine başvurulmuş olup huni grafiği Şekil 4.3'te verilmiştir.



Şekil 4.3. Akademik başarı ile ilgili çalışmaların huni grafiği

Şekil 4.3'te yer alan huni grafiği incelendiğinde araştırmaya dâhil edilen çalışmaların etki büyüklüğünün orta düzeyde standart hataya sahip olduğu ve huninin içerisinde simetrik bir şekilde dağılma gösterdiği görülmektedir. Buna rağmen yayın yanlılığından etkilenme durumu net olarak söylenememektedir. Bu nedenle daha nesnel bir değerlendirme yapabilmek için Rosenthal'ın (1979) önerdiği Korumalı N Sayısı Analizine başvurulmuştur. Veriler Tablo 4.8'de verilmiştir.

Tablo 4.8

Akademik Başarı ile İlgili Çalışmaların Korumalı N Sayısı Analizi Bulguları

Yanlılık Durumu	Aldığı Değer
Z değeri (Gözlemlenen çalışmalar için)	6547
P değeri (Gözlemlenen çalışmalar için)	,000
Alfa	,05
Yön	2
Z değeri (alfa için)	2,056
Gözlemlenen çalışma sayısı	11
Korumalı N Sayısı	79

Tablo 4.8’de yer alan bilgiler incelendiğinde p değeri ,000 olarak hesaplanmıştır. Korumalı N Sayısı 6547 ve bu değer meta-analize dâhil edilen çalışmaların (N= 21) 5 katının 10 fazlasından daha büyük bir değerdir. Bu sonuç analiz sonuçlarının yayın yanlılığından etkilenmediğini göstermektedir.

4.2.2. Bilimsel Süreç Becerileri ile İlgili Çalışmaların Etki Büyüklüklerine Ait Bulgular

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

Bilimsel süreç becerileri ile ilgili meta-analize dâhil edilen çalışmaların etki büyüklükleri, etki büyüklüklerinin düzeyleri, standart hataları, güven aralıkları ve çalışma ağırlıkları Tablo 4.9’da verilmiştir.

Tablo 4.9

Bilimsel Süreç Becerileri ile İlgili Çalışmaların Etki Büyüklüğüne Ait Bulguları

Çalışmalar	Etki Büyüklüğü	Etki Büyüklüğü Düzeyi	Standart Hata	Alt Limit	Üst Limit	Ağırlık
Kanlı (2007)	,378	Düşük	0,213	0,073	1,028	2,12
Koray vd. (2007)	1,174	Çok yüksek	0,223	0,594	1,396	2,10
Sevinç (2008)	,551	Orta	0,229	0,314	0,921	2,07
Bilen (2009)	-,105	Önemsiz	0,231	-0,569	0,691	2,07
Karaca (2011)	1,478	Orta	0,221	1,338	1,645	2,05
Savaş (2011)	,891	Yüksek	0,234	0,498	1,471	1,73
Toprak (2011)	,856	Yüksek	0,233	0,760	1,845	2,15
Recepoğlu (2012)	,470	Orta	0,234	0,116	0,648	2,36
Keskin (2012)	-,144	Önemsiz	0,243	-0,053	0,288	2,37
Karatekin (2012)	1,667	Mükemmel	0,241	0,760	1,845	2,15
Arı vd.(2012)	,702	Orta	0,226	0,644	0,852	2,10
Bozkurt (2012)	1,318	Çok yüksek	0,286	0,760	1,845	2,15
Uzun (2013)	,650	Orta	0,222	0,340	1,045	2,14
Arslan (2013)	1,095	Yüksek	0,213	1,006	1,281	2,29
Yurdatapan (2013)	1,010	Yüksek	0,238	0,760	1,1845	2,15
Kırılmazkaya (2014)	,958	Yüksek	0,240	0,516	1,048	2,36
Bozkurt (2014)	,857	Yüksek	0,232	0,641	1,041	2,01
Açıslı (2014)	,670	Orta	0,234	0,340	0,945	2,14
Gezer (2014)	1,390	Çok yüksek	0,222	0,992	1,747	2,09
Güney (2015)	,742	Orta	0,226	0,914	0,912	1,82
Çetin (2015)	,927	Yüksek	0,229	0,641	1,041	2,01
Şimşir (2016)	,716	Orta	0,231	0,614	1,021	2,10
Karapınar (2016)	-,146	Önemsiz	0,230	-0,040	0,245	2,15
Güngör (2016)	,619	Orta	0,242	0,427	0,866	1,90
Aslan (2016)	,141	Önemsiz	0,223	0,132	0,614	2,14
Karısan vd. (2016)	1,274	Çok yüksek	0,225	0,760	1,445	2,15
Gökbayrak (2017)	,678	Orta	0,251	0,463	1,056	2,15
Akçay (2018)	1,461	Mükemmel	0,252	1,260	1,845	2,15
Köseler (2019)	,711	Orta	0,237	0,362	0,968	2,19
Nazlı (2019)	1,095	Yüksek	0,257	0,772	1,183	2,00
Baydere vd. (2019)	1,308	Çok yüksek	0,213	0,760	1,445	2,15
Barut (2020)	1,218	Çok yüksek	0,212	0,760	1,345	2,15
Coştu (2021)	1,723	Mükemmel	0,219	1,627	3,319	1,87
Çiftçi (2021)	,994	Yüksek	0,228	0,713	1,303	2,15
Kırıkaş vd. (2021)	,893	Yüksek	0,224	0,644	1,252	2,10
Toplam	,863	Yüksek	0,136	0,772	1, 213	

Bilimsel süreç becerileri ile ilgili çalışmaların etki büyüklüğünün yönlerine ait frekans ve yüzde dağılımları Tablo 4.10'da verilmiştir.

Tablo 4.10

Bilimsel Süreç Becerileri ile İlgili Çalışmaların Etki Büyüklüğü Yönlerinin Dağılımı

Etki Büyüklüğünün Yönü	Frekans (f)	Yüzde (%)
Pozitif (+)	32	91,43
Negatif (-)	3	8,57
Toplam	35	100

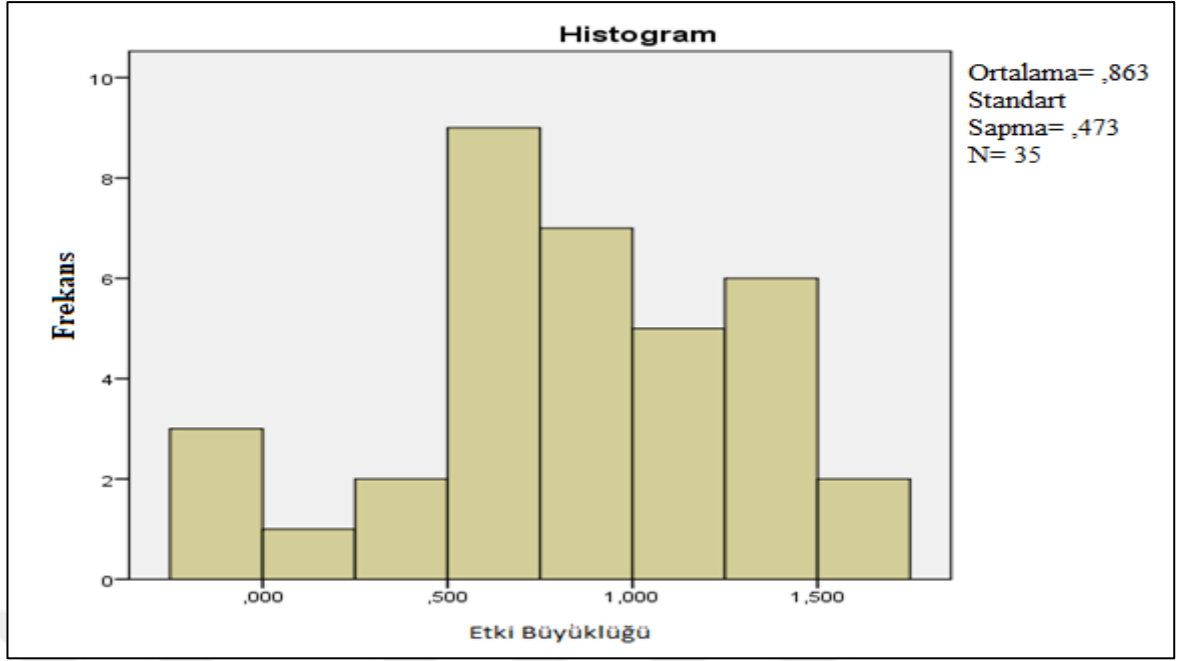
Tablo 4.10’da yer alan veriler incelendiğinde 32 çalışmanın (%91,43) pozitif yönlü, 3 çalışmanın ise negatif yönde olduğu görülmektedir. Çalışmaların büyük bir kısmının yönünün pozitif olması bilimsel süreç becerileri lehine bir durumun ortaya çıktığını göstermektedir. Bilimsel süreç becerileri ile ilgili çalışmaların etki büyüklüğüne ait dağılımların gösterimi Tablo 4.11’de verilmiştir.

Tablo 4.11

Bilimsel Süreç Becerileri ile İlgili Çalışmaların Etki Büyüklüğüne Göre Dağılımları

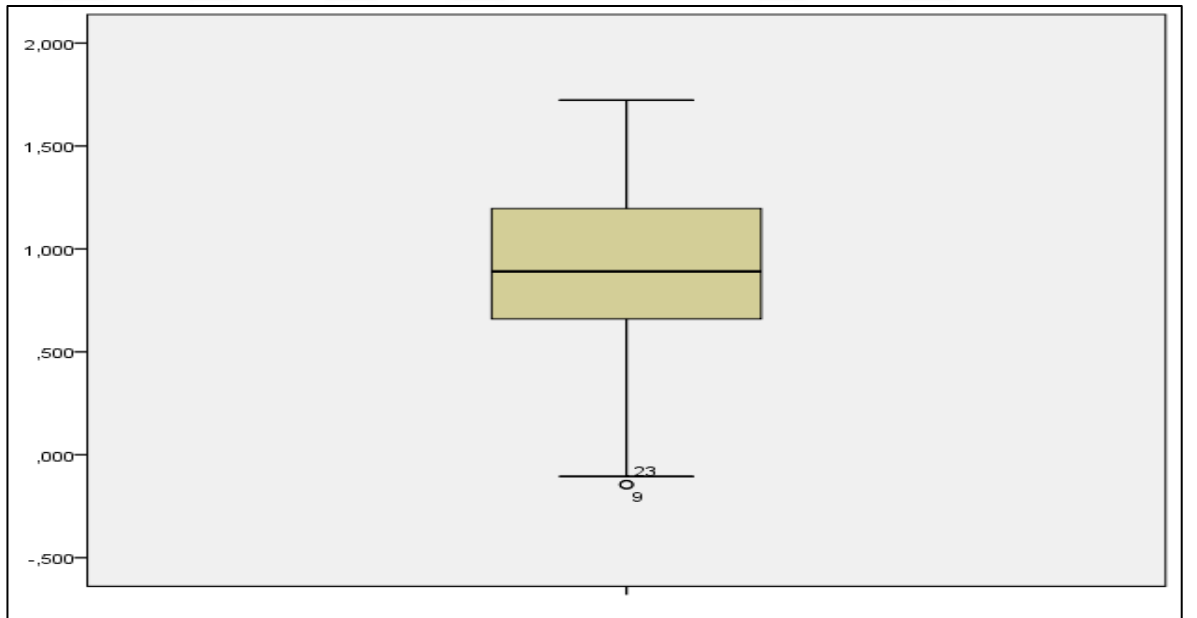
Etki Büyüklüğünün Yönü	Frekans (f)	Yüzde (%)
Önemsiz	4	11,4
Düşük	1	2,9
Orta	10	28,6
Yüksek	10	28,6
Çok yüksek	6	17,1
Mükemmel	4	11,4
Toplam	35	100

Tablo 4.11’de 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 4.4.’te verilmiştir.



Şekil 4.4. Bilimsel süreç becerileri ile ilgili çalışmaların etki büyüklüğü histogram grafiği

Şekil 4.4'te verilen histogram grafiği incelendiğinde en büyük etkinin 0,50-1,50 arasında yoğunlaştığı görülmektedir. Analize dâhil edilen 35 çalışmaya ait kutu grafiği ise Şekil 4.5'te verilmiştir.



Şekil 4.5. Bilimsel süreç becerileri ile ilgili çalışmaların etki büyüklüğü kutu grafiği

Bilimsel süreç becerileri ile ilgili çalışmaların etki büyüklüğüne ait kutu grafiğini açıklayan bazı istatistik bilgileri Tablo 4.12'de verilmiştir.

Tablo 4.12

Bilimsel Süreç Becerileri ile İlgili Çalışmaların Etki Büyüklüğünü Gösteren Bulgular

	Etki Büyüklüğü
Medyan	,891
Minimum değer	-,146
Maksimum değer	1,723
Açıklık	1,869
Çeyrekler aralığı	,070
Çarpıklık katsayısı	-,440

Tablo 4.12’de yer alan veriler incelendiğinde minimum değer (-,146) ile maksimum değer (1,723) 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 yönelik homojenlik/heterojenlik testi yapılmıştır. Homojenlik/heterojenlik testi sonuçları Tablo 4.13’te sunulmuştur.

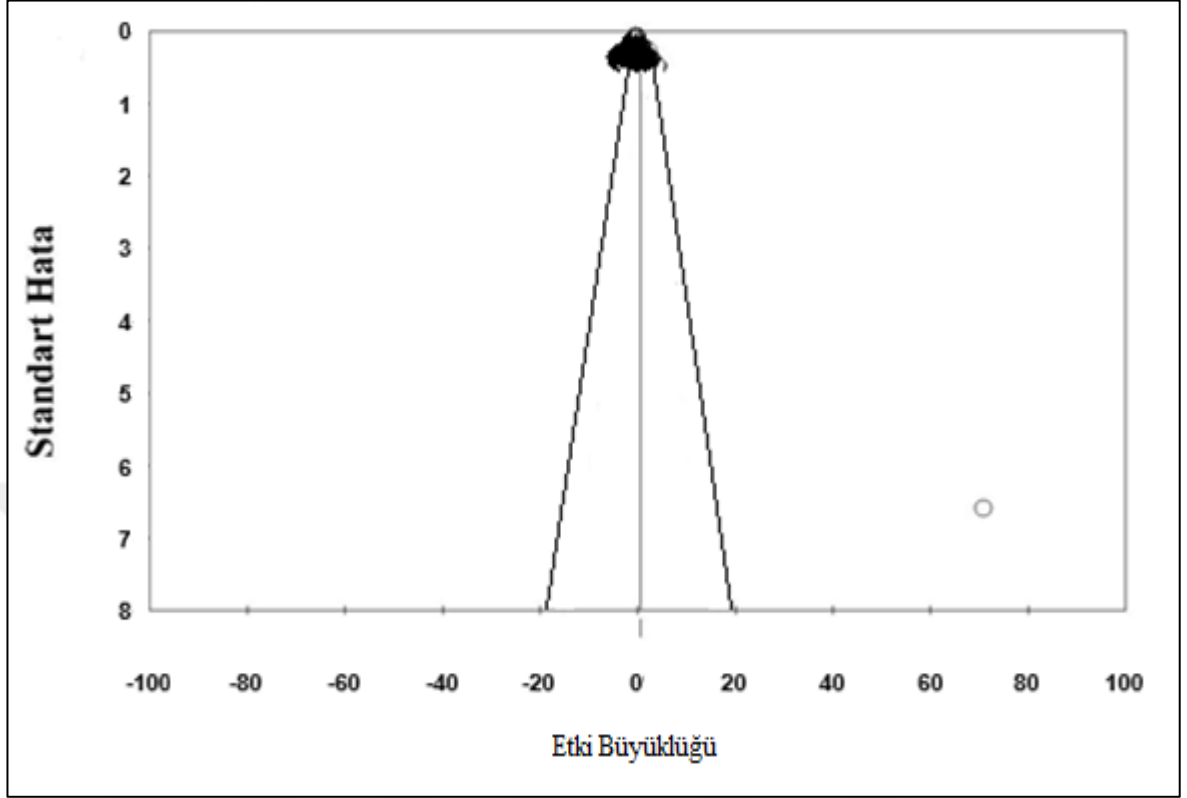
Tablo 4.13

Bilimsel Süreç Becerileri ile İlgili Çalışmaların Homojenlik/Heterojenlik Testi Bulguları

Değişken	Qb	df	p	I ²	X ²	N	ES	SE	Etki Büyüklüğü için Güven Aralığı %95	
									Alt sınır	Üst sınır
Model	547,576	44	,0000	91,634	72,265					
Sabit Etkiler Modeli						35	0,578	0,041	0,509	0,634
Rastgele Etkiler Modeli						35	1,057	0,124	0,781	1,413

Tablo 4.13’te veriler incelendiğinde sabit etkiler modeline ait etki büyüklüğünün değerinin ,509 olduğu ve bunun da orta düzey etkiye karşılık geldiği; rastgele etkiler modeline ait etki büyüklüğünün ,781 olduğu ve bu değerinde yüksek etkiye karşılık geldiği görülmektedir. Ayrıca Qb= 547,576 ve p<.05 olması nedeniyle çalışmaların heterojen bir yapıya sahip olduğu söylenebilir. Ulaşılan bilgiler, sonucun istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir. Bu nedenle laboratuvar etkinliklerinde kullanılan farklı öğretim yöntem ve tekniklerin öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerini olumlu yönde etkilediği söylenebilir. Bu etki, Thalheimer ve Cook’un (2002) sınıflandırmasına göre yüksek düzeyde bir etkidir (Etki büyüklüğü = 1,057; Etki büyüklüğü değeri 0,75–1,10 arasında ise “yüksek”; Thalheimer ve Cook, 2002).

Etki büyüklüğü değerinin yayın yanlılığından etkilenme durumunu belirleyebilmek için huni grafiğine başvurulmuş olup huni grafiği Şekil 4.6’da verilmiştir.



Şekil 4.6. Bilimsel süreç becerileri ile ilgili çalışmaların huni grafiği

Şekil 4.6’da 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 (1979) önerdiği Korumalı N Sayısı Analizine başvurulmuştur. Veriler Tablo 4.14’te verilmiştir.

Tablo 4.14

Bilimsel Süreç Becerileri ile İlgili Çalışmaların Korumalı N Sayısı Analizi Bulguları

Yanlılık Durumu	Aldığı Değer
Z değeri (Gözlemlenen çalışmalar için)	23.753
P değeri (Gözlemlenen çalışmalar için)	,000
Alfa	,05
Yön	2
Z değeri (alfa için)	1,854
Gözlemlenen çalışma sayısı	35
Korumalı N Sayısı	7582

Tablo 4.14'te yer alan bilgiler incelendiğinde p değeri ,000 olarak hesaplanmıştır. Korumalı N Sayısı 7582 ve bu değer meta-analize dâhil edilen çalışmaların (N= 35) 5 katının 10 fazlasından daha büyük bir değerdir. Bu sonuç analiz sonuçlarının yayın yanlılığından etkilenmediğini göstermektedir.

4.3. Laboratuvar Etkinliklerinde Kullanılan Farklı Öğretim Yöntem ve Tekniklerin Öğretmen Adaylarının Akademik Başarılarını Etkileme Düzeyi

Akademik başarı ile ilgili çalışmaların, laboratuvar etkinliklerinde kullanılan farklı öğretim yöntem ve tekniklere göre frekans ve yüzde dağılımları Tablo 4.15'te verilmiştir.

Tablo 4.15
Akademik Başarı ile İlgili Çalışmaların Öğretim Yöntemine Göre Dağılımları

Öğretim Yöntemi	Frekans (f)	Yüzde (%)
3e ve 5e öğretim modelleri	1	4,8
Açık uçlu deney tekniği	1	4,8
Araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenme	1	4,8
Araştırmaya dayalı öğrenme	1	4,8
Argümantasyon temelli öğrenme	4	19,0
Bil-düşün-tasarla	1	4,8
Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik (STEM)	1	4,8
İşbirlikli öğrenme modeli	2	9,5
Örnek olay yöntemi	1	4,8
Robotik fetemm uygulamaları	1	4,8
Tahmin Et-Açıkla-Gözle-Tartış-Açıkla (TAGTaA)	1	4,8
Tahmin-gözlem-açıklama (TGA) yöntemi	3	14,3
Video yap (Kaydet-izle-deney yap-tartış-paylaş)	1	4,8
Yaparak yazarak bilim öğrenme	1	4,8
Yapılandırıcı yaklaşım	1	4,8
Toplam	21	100,0

Tablo 4.15'teki veriler incelendiğinde, akademik başarı ile ilgili çalışmalarda öğretime dayalı çeşitli yöntem ve tekniğin kullanıldığı görülmektedir. Araştırmacıların en çok argümantasyon temelli öğrenmeye (%19) başvurdukları görülmektedir. Tahmin-gözlem-açıklama (TGA) yöntemi ise başvurulan öğretim yöntemleri arasında ikinci sırada (%14,3) yer almaktadır. Üçüncü sırada işbirlikli öğrenme modeli (%9,5) yer almaktadır. Diğer yöntem ve tekniklerin ise her biri %4,8 oran ile tabloda yerlerini almış bulunmaktadır.

Laboratuvar etkinliklerinde kullanılan farklı öğretim yöntem ve tekniklerin öğretmen adaylarının akademik başarılarını etkileme düzeyi Tablo 4.16’da verilmiştir.



Tablo 4.16

Öğretim Yöntem ve Tekniklerin Öğretmen Adaylarının Akademik Başarılarını Etkileme Düzeyi

Çalışmalar	Etki Büyüklüğü	Etki Büyüklüğü Düzeyi	Çalışmada Kullanılan Öğretim Yöntem ve Teknikleri
Bilen (2009)	0,136	Önemsiz	Tahmin-gözlem-açıklama (TGA) yöntemi
Karaca (2011)	0,020	Önemsiz	Yaparak yazarak bilim öğrenme
Toprak (2011)	0,372	Düşük	3e ve 5e öğretim modelleri
Recepoğlu (2012)	0,558	Orta	Açık uçlu deney tekniği
Keskin (2012)	2,239	Mükemmel	Bil-düşün-tasarla
Karatekin (2012)	-0,281	Önemsiz	Tahmin-gözlem-açıklama (TGA) yöntemi
Arı vd. (2012)	0,454	Orta	Yapılandırmacı yaklaşım
Bozkurt (2012)	0,817	Yüksek	Araştırmaya dayalı öğrenme
Bıyıklı (2015)	1,475	Mükemmel	İşbirlikli öğrenme modeli
Güngör (2016)	1,241	Çok yüksek	Tahmin-gözlem-açıklama (TGA) yöntemi
Arslan (2016)	1,341	Çok yüksek	İşbirlikli öğrenme modeli
Güler (2016)	0,777	Yüksek	Argümantasyon temelli öğrenme
Erkol vd. (2017)	0,477	Orta	Argümantasyon temelli öğrenme
Akçay (2018)	-0,026	Önemsiz	Robotik fetemm uygulamaları
Ünal (2018)	-0,530	Önemsiz	Araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenme
Doğru (2018)	1,641	Mükemmel	Video yap (Kaydet-izle-deney yap-tartış-paylaş)
Sarı vd. (2018)	0,354	Düşük	Örnek olay yöntemi
Öztürk (2019)	0,717	Orta	Argümantasyon temelli öğrenme
Polat (2019)	1,075	Yüksek	Argümantasyon temelli öğrenme
Coştu (2021)	1,341	Çok yüksek	Tahmin Et-Açıkla-Gözle-Tartış-Açıkla (TAGTaA)
Çiftçi (2021)	0,730	Orta	Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik (STEM)

Laboratuvar etkinliklerinde kullanılan farklı öğretim yöntem ve tekniklerin öğretmen adaylarının akademik başarılarını etkileme düzeyi dağılımları Tablo 4.17’de verilmiştir.

Tablo 4.17

Öğretim Yöntem ve Tekniklerin Öğretmen Adaylarının Akademik Başarılarını Etkileme Düzeyine Göre Dağılımları

Etki Düzeyi	Büyüklüğü	Frekans (f)	Öğretim Yöntem ve Teknikleri	Çalışma Sayısı
Önemsiz	5	5	Tahmin-gözlem-açıklama (TGA) yöntemi	2
			Yaparak yazarak bilim öğrenme	1
			Robotik fetemm uygulamaları	1
			Araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenme	1
Düşük	2	2	3e ve 5e öğretim modelleri	1
			Örnek olay yöntemi	1
Orta	5	5	Açık uçlu deney tekniği	1
			Yapılandırmacı yaklaşım	1
			Argümantasyon temelli öğrenme	2
			Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik (STEM)	1
Yüksek	3	3	Araştırmaya dayalı öğrenme	1
			Argümantasyon temelli öğrenme	2
Çok yüksek	3	3	Tahmin-gözlem-açıklama (TGA) yöntemi	1
			İşbirlikli öğrenme modeli	1
			Tahmin Et-Açıkla-Gözle-Tartış-Açıkla (TAGTaA)	1
Mükemmel	3	3	Bil-düşün-tasarla	1
			İşbirlikli öğrenme modeli	1
			Video yap (Kaydet-izle-deney yap-tartış-paylaş)	1
Toplam				21

Tablo 4.17’de yer alan veriler incelendiğinde Thalheimer ve Cook’un (2002) yapmış olduğu sınıflandırma değerlendirme için kullanılmıştır. Buna göre önemsiz ve orta etkiye sahip 5’er çalışmanın; yüksek, çok yüksek ve mükemmel etkiye sahip 3’er çalışmanın ve düşük etkiye sahip 2 çalışmanın olduğu görülmektedir.

Önemsiz düzeyde etkili olan öğretim yöntem ve teknikleri: Tahmin-gözlem-açıklama (TGA) yöntemi, yaparak yazarak bilim öğrenme, robotik fetemm uygulamaları, araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenme.

Düşük düzeyde etkili olan öğretim yöntem ve teknikleri: 3e ve 5e öğretim modelleri, örnek olay yöntemi

Orta düzeyde etkili olan öğretim yöntem ve teknikleri: Açık uçlu deney tekniği, yapılandırmacı yaklaşım, argümantasyon temelli öğrenme, fen-teknoloji-mühendislik-matematik (STEM)

Yüksek düzeyde etkili olan öğretim yöntem ve teknikleri: Araştırmaya dayalı

öğrenme, argümantasyon temelli öğrenme

Çok yüksek düzeyde etkili olan öğretim yöntem ve teknikleri: Tahmin-gözlem-açıklama (TGA) yöntemi, İşbirlikli öğrenme modeli, Tahmin Et-Açıkla-Gözle-Tartış-Açıkla (TAGTaA)

Mükemmel düzeyde etkili olan öğretim yöntem ve teknikleri: Bil-düşün-tasarla, İşbirlikli öğrenme modeli, Video yap (Kaydet-izle-deney yap-tartış-paylaş)

4.4. Laboratuvar Etkinliklerinde Kullanılan Farklı Öğretim Yöntem ve Tekniklerin Öğretmen Adaylarının Bilimsel Süreç Becerilerini Etkileme Düzeyi

Bilimsel süreç becerileri ile ilgili çalışmaların, laboratuvar etkinliklerinde kullanılan farklı öğretim yöntem ve tekniklere göre frekans ve yüzde dağılımları Tablo 4.18’de verilmiştir.

Tablo 4.18

Bilimsel Süreç Becerileri ile İlgili Çalışmaların Öğretim Yöntemine Göre Dağılımları

Öğretim Yöntemi	Frekans (f)	Yüzde (%)
3e ve 5e öğretim modelleri	1	2,9
5e öğretim modeli	2	5,7
7e öğretim modeli	1	2,9
Açık uçlu deney tekniği	1	2,9
Akran öğretimi	1	2,9
Araştırma-sorgulama	3	8,6
Argümantasyon temelli öğrenme	3	8,6
Bağlam temelli öğretim	1	2,9
Bil-düşün-tasarla	1	2,9
Bilimsel süreç becerileri	1	2,9
Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik (STEM)	2	5,7
İşbirliğine dayalı öğrenme	1	2,9
Mühendislik tasarım temelli	1	2,9
Probleme dayalı laboratuvar etkinlikleri	1	2,9
Robotik fetemm uygulamaları	1	2,9
Sorgulamaya dayalı model	5	14,3
Tahmin Et-Açıkla-Gözle-Tartış-Açıkla (TAGTaA)	1	2,9
Tahmin-gözlem-açıklama (TGA) yöntemi	4	11,4
Yaparak yazarak bilim öğrenme	1	2,9
Yapılandırmacı yaklaşım	2	5,7
Yaratıcı ve eleştirel düşünme	1	2,9
Toplam	35	100,0

Tablo 4.18’deki veriler incelendiğinde, bilimsel süreç becerileri ile ilgili çalışmalarda

öğretime dayalı çeşitli yöntem ve tekniğin kullanıldığı görülmektedir. Araştırmacıların en çok sorgulamaya dayalı modele (%14,3) başvurdukları görülmektedir. Tahmin-gözlem-açıklama (TGA) yöntemi ise başvurulan öğretim yöntemleri arasında ikinci sırada (%14,3) yer almaktadır. Üçüncü sırada araştırma-sorgulama (%8,6) ve argümantasyon temelli öğrenme (%8,6) yöntemleri yer almaktadır. Fen-teknoloji-mühendislik-matematik (STEM) yöntemi (%5,7), 5e öğretim yöntemi (%5,7) ve yapılandırmacı yaklaşım (%5,7) dördüncü sırayı paylaşmaktadırlar. Diğer yöntem ve tekniklerin ise her biri %2,9 oran ile tabloda yerlerini almış bulunmaktadır.

Laboratuvar etkinliklerinde kullanılan farklı öğretim yöntem ve tekniklerin öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerini etkileme düzeyi Tablo 4.19'da verilmiştir.



Tablo 4.19

Öğretim Yöntem ve Tekniklerin Öğretmen Adaylarının Bilimsel Süreç Becerilerini Etkileme Düzeyi

Çalışmalar	Etki Büyüklüğü	Etki Büyüklüğü Düzeyi	Çalışmada Kullanılan Öğretim Yöntem ve Teknikleri
Kanlı (2007)	,378	Düşük	7e öğretim modeli
Koray vd. (2007)	1,174	Çok yüksek	Yaratıcı ve eleştirel düşünme
Sevinç (2008)	,551	Orta	5e öğretim modeli
Bilen (2009)	-,105	Önemsiz	Tahmin-gözlem-açıklama (TGA)
Karaca (2011)	1,478	Orta	Yaparak yazarak bilim öğrenme
Savaş (2011)	,891	Yüksek	Akran öğretimi
Toprak (2011)	,856	Yüksek	3e ve 5e öğretim modelleri
Recepoğlu (2012)	,470	Orta	Açık uçlu deney tekniği
Keskin (2012)	-,144	Önemsiz	Bil-düşün-tasarla
Karatekin (2012)	1,667	Mükemmel	Tahmin-gözlem-açıklama (TGA)
Arı vd.(2012)	,702	Orta	Yapılandırmacı yaklaşım
Bozkurt (2012)	1,318	Çok yüksek	Araştırma-sorgulama
Uzun (2013)	,650	Orta	Bağlam temelli öğretim
Arslan (2013)	1,095	Yüksek	Araştırma-sorgulama
Yurdatapan (2013)	1,010	Yüksek	Probleme dayalı laboratuvar etkinlikleri
Kırılmazkaya (2014)	,958	Yüksek	Araştırma-sorgulama
Bozkurt (2014)	,857	Yüksek	Mühendislik tasarım temelli
Açıslı (2014)	,670	Orta	5e öğretim modeli
Gezer (2014)	1,390	Çok yüksek	Sorgulamaya dayalı model
Güney (2015)	,742	Orta	Sorgulamaya dayalı model
Çetin (2015)	,927	Yüksek	İşbirliğine dayalı öğrenme
Şimşir (2016)	,716	Orta	Yapılandırmacı yaklaşım
Karapınar (2016)	-,146	Önemsiz	Sorgulamaya dayalı model
Güngör (2016)	,619	Orta	Tahmin-gözlem-açıklama (TGA)
Aslan (2016)	,141	Önemsiz	Argümantasyon temelli öğrenme
Karışan vd. (2016)	1,274	Çok yüksek	Sorgulamaya dayalı model
Gökbayrak (2017)	,678	Orta	Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik
Akçay (2018)	1,461	Mükemmel	Robotik fetemm uygulamaları
Köseler (2019)	,711	Orta	Argümantasyon temelli öğrenme
Nazlı (2019)	1,095	Yüksek	Argümantasyon temelli öğrenme
Baydere vd. (2019)	1,308	Çok yüksek	Bilimsel süreç becerileri
Barut (2020)	1,218	Çok yüksek	Tahmin-gözlem-açıklama (TGA)
Coştu (2021)	1,723	Mükemmel	Tahmin Et-Açıkla-Gözle-Tartış-Açıkla
Çiftçi (2021)	,994	Yüksek	Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik
Kırıktaş vd. (2021)	,893	Yüksek	Sorgulamaya dayalı model

Laboratuvar etkinliklerinde kullanılan farklı öğretim yöntem ve tekniklerin öğretmen

adaylarının bilimsel süreç becerilerini etkileme düzeyi dağılımları Tablo 4.20’de verilmiştir.

Tablo 4.20
Öğretim Yöntem ve Tekniklerin Öğretmen Adaylarının Bilimsel Süreç Becerilerini Etkileme Düzeyine Göre Dağılımları

Etki Büyüklüğü Düzeyi	Frekans (f)	Öğretim Yöntem ve Teknikleri	Çalışma Sayısı
Önemsiz	4	Tahmin-gözlem-açıklama (TGA)	1
		Bil-düşün-tasarla	1
		Sorgulamaya dayalı model	1
		Argümantasyon temelli öğrenme	1
Düşük	1	7e öğretim modeli	1
		5e öğretim modeli	2
Orta	11	Yaparak yazarak bilim öğrenme	1
		Açık uçlu deney tekniği	1
		Yapılandırmacı yaklaşım	2
		Bağlam temelli öğretim	1
		Sorgulamaya dayalı model	1
		Tahmin-gözlem-açıklama (TGA)	1
		Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik	1
		Argümantasyon temelli öğrenme	1
		3e ve 5e öğretim modelleri	1
		Akran öğretimi	1
		Araştırma-sorgulama	2
Yüksek	10	Argümantasyon temelli öğrenme	1
		Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik	1
		İşbirliğine dayalı öğrenme	1
		Mühendislik tasarım temelli	1
		Probleme dayalı laboratuvar etkinlikleri	1
		Sorgulamaya dayalı model	1
		Yaratıcı ve eleştirel düşünme	1
Çok yüksek	6	Araştırma-sorgulama	1
		Sorgulamaya dayalı model	2
		Bilimsel süreç becerileri	1
		Tahmin-gözlem-açıklama (TGA)	1
Mükemmel	4	Tahmin-gözlem-açıklama (TGA)	1
		Robotik fetem uygulamaları	1
		Tahmin Et-Açıkla-Gözle-Tartış-Açıkla	1
Toplam			35

Tablo 4.20’de 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.

Önemsiz düzeyde etkili olan öğretim yöntem ve teknikleri: Tahmin-gözlem-açıklama (TGA), bil-düşün-tasarla, sorgulamaya dayalı model, argümantasyon temelli öğrenme.

Düşük düzeyde etkili olan öğretim yöntem ve teknikleri: 7e öğretim modeli.

Orta düzeyde etkili olan öğretim yöntem ve teknikleri: 5e öğretim modeli, yaparak yazarak bilim öğrenme, açık uçlu deney tekniği, yapılandırmacı yaklaşım, bağlam temelli öğretim, sorgulamaya dayalı model, tahmin-gözlem-açıklama (TGA), fen-teknoloji-mühendislik-matematik, argümantasyon temelli öğrenme.

Yüksek düzeyde etkili olan öğretim yöntem ve teknikleri: Akran öğretimi, 3e ve 5e öğretim modelleri, araştırma-sorgulama, probleme dayalı laboratuvar etkinlikleri, mühendislik tasarım temelli, işbirliğine dayalı öğrenme, argümantasyon temelli öğrenme, fen-teknoloji-mühendislik-matematik, sorgulamaya dayalı model.

Çok yüksek düzeyde etkili olan öğretim yöntem ve teknikleri: Yaratıcı ve eleştirel düşünme, araştırma-sorgulama, sorgulamaya dayalı model, bilimsel süreç becerileri, tahmin-gözlem-açıklama (TGA).

Mükemmel düzeyde etkili olan öğretim yöntem ve teknikleri: Tahmin-gözlem-açıklama (TGA), robotik fetemm uygulamaları, tahmin et-açıkla-gözle-tartış-açıkla.

BÖLÜM V

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu bölümde araştırma bulgularına dayalı olarak ulaşılan sonuçlara yer verilmiş olup, bu sonuçlar tartışılarak sonuçlara bağlı önerilerde bulunulmuştur.

5.1. Sonuç

Araştırmadan elde edilen sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

5.1.1. Betimleyici İstatistiklere Yönelik Sonuçlar

Betimsel istatistiklerde yüzde ve frekans dağılımlarına yer verilmiş ve bunun için SPSS 22 programı kullanılmıştır.

Bu meta-analiz çalışmasında, akademik başarı ile ilgili; 2016-2020 yılları arasında yapılan, yüksek lisans tezi olan, gerçek deneme deseninde çalışılan, fen bilgisi öğretmenliği adayları ve 31-90 örneklem büyüklüğü ile yürütülen çalışmaların çoğunlukta olduğu görülmüştür.

Bilimsel süreç becerileri ile ilgili; 2011-2015 yılları arasında yapılan, yüksek lisans tezi olan, yarı deneme deseninde çalışılan, fen bilgisi öğretmenliği adayları ve 61-90 örneklem büyüklüğü ile yürütülen çalışmaların çoğunlukta olduğu görülmüştür.

5.1.2. Etki Büyüklüklerine Yönelik Sonuçlar

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 $p=0,05$ olarak alınmıştır.

Analize dâhil edilen çalışmaların örneklem büyüklüklerinin farklı olması, farklı desenlerde yürütülmüş olmaları, farklı öğretim uygulamalarını içermeleri gibi faktörler göz önünde bulundurularak etki büyüklüğünün hesaplanmasında rastgele etki büyüklüğü tercih edilmiştir.

Analizler sonucunda elde edilen etki büyüklüklerinin düzeyinin yorumlanmasında Thalheimer ve Cook'un (2002) etki büyüklüğü sınıflandırmasına yer verilmiştir.

Çalışmada huni grafiği, görsel yorumlama amacıyla kullanılmış ve yayın yanlılığı Rosenthal Korumalı N sayısı yöntemi ile test edilmiştir. Homojenlik/heterojenlik analizi için Cochran Q testine yer verilmiş ve analiz sonucunda çalışmaların heterojen bir yapıya sahip olduğu görülmüştür.

Genel etki büyüklüğü sonuçlarının; bilimsel süreç becerilerinin gelişimi bakımından yüksek ($g= 1,057$; Cohen, 1988); akademik başarıların gelişimi bakımından orta ($g= ,521$; Cohen, 1988) düzeyde olduğu görülmüştür.

Çalışmanın güvenilir olduğu ve yayın yanlılığının bulunmadığı tespit edilmiştir. Bu meta-analiz çalışmasında laboratuvar etkinliklerinde kullanılan farklı öğretim yöntem ve tekniklerin öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerini ve akademik başarılarını olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

5.1.3. Akademik Başarılar Yönelik Sonuçlar

Akademik başarı ile ilgili çalışmalarda öğretime dayalı çeşitli yöntem ve tekniğin kullanıldığı görülmektedir. Araştırmacılar çalışmalarında; en çok argümantasyon temelli öğrenmeye, ikinci sırada tahmin-gözlem-açıklamaya ve üçüncü olarak işbirlikli öğrenme modeline başvurmuşlardır.

Thalheimer ve Cook'un (2002) yapmış olduğu sınıflandırma değerlendirme için kullanılmış ve önemsiz ve orta etkiye sahip 5'er çalışmanın; yüksek, çok yüksek ve mükemmel etkiye sahip 3'er çalışmanın ve düşük etkiye sahip 2 çalışmanın olduğu görülmüştür.

Önemsiz düzeyde etkili olan öğretim yöntem ve teknikleri: Tahmin-gözlem-açıklama (TGA) yöntemi, yaparak yazarak bilim öğrenme, robotik fetemm uygulamaları, araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenme.

Düşük düzeyde etkili olan öğretim yöntem ve teknikleri: 3e ve 5e öğretim modelleri,

örnek olay yöntemi

Orta düzeyde etkili olan öğretim yöntem ve teknikleri: Açık uçlu deney tekniği, yapılandırmacı yaklaşım, argümantasyon temelli öğrenme, fen-teknoloji-mühendislik-matematik (STEM)

Yüksek düzeyde etkili olan öğretim yöntem ve teknikleri: Araştırmaya dayalı öğrenme, argümantasyon temelli öğrenme

Çok yüksek düzeyde etkili olan öğretim yöntem ve teknikleri: Tahmin-gözlem-açıklama (TGA) yöntemi, işbirlikli öğrenme modeli, tahmin et-açıkla-gözle-tartış-açıkla (TAGTaA)

Mükemmel düzeyde etkili olan öğretim yöntem ve teknikleri: Bil-düşün-tasarla, işbirlikli öğrenme modeli, video yap (kaydet-izle-deney yap-tartış-paylaş)

5.1.4. Bilimsel Süreç Becerilerine Yönelik Sonuçlar

Bilimsel süreç becerileri ile ilgili çalışmalarda öğretime dayalı çeşitli yöntem ve tekniğin kullanıldığı görülmüştür. Araştırmacılar çalışmalarında; en çok sorgulamaya dayalı modele, ikinci sırada tahmin-gözlem-açıklamaya ve üçüncü olarak araştırma-sorgulama ve argümantasyon temelli öğrenme yöntemine başvurmuşlardır.

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 görülmüştür.

Önemsiz düzeyde etkili olan öğretim yöntem ve teknikleri: Tahmin-gözlem-açıklama (TGA), bil-düşün-tasarla, sorgulamaya dayalı model, argümantasyon temelli öğrenme.

Düşük düzeyde etkili olan öğretim yöntem ve teknikleri: 7e öğretim modeli.

Orta düzeyde etkili olan öğretim yöntem ve teknikleri: 5e öğretim modeli, yaparak yazarak bilim öğrenme, açık uçlu deney tekniği, yapılandırmacı yaklaşım, bağlam temelli öğretim, sorgulamaya dayalı model, tahmin-gözlem-açıklama (TGA), fen-teknoloji-mühendislik-matematik, argümantasyon temelli öğrenme.

Yüksek düzeyde etkili olan öğretim yöntem ve teknikleri: Akran öğretimi, 3e ve 5e öğretim modelleri, araştırma-sorgulama, probleme dayalı laboratuvar etkinlikleri, mühendislik tasarım temelli, işbirliğine dayalı öğrenme, argümantasyon temelli öğrenme, fen-teknoloji-mühendislik-matematik, sorgulamaya dayalı model.

Çok yüksek düzeyde etkili olan öğretim yöntem ve teknikleri: Yaratıcı ve eleştirel düşünme, araştırma-sorgulama, sorgulamaya dayalı model, bilimsel süreç becerileri, tahmin-gözlem-açıklama (TGA).

Mükemmel düzeyde etkili olan öğretim yöntem ve teknikleri: Tahmin-gözlem-açıklama (TGA), robotik fetemm uygulamaları, tahmin et-açıkla-gözle-tartış-açıkla.

5.2. Tartışma

Yapılan meta-analiz çalışmasında; çalışmaların büyük bir çoğunluğunun (bilimsel süreç becerileri için %91,43 ve akademik başarı için %85,71) pozitif yönlü olduğu görülmüştür. Çalışmaların büyük bir kısmının yönünün pozitif olması bilimsel süreç becerileri ve akademik başarı lehine bir durumun ortaya çıktığını göstermektedir. Bu sonuç deney grubunda bulunan öğretmen adaylarının akademik başarının ve bilimsel süreç becerilerinin kontrol grubunda bulunan öğretmen adaylarından daha yüksek olduğunu göstermektedir. Cohen'in (1988) etki büyüklüğü yönü sınıflamasına göre de etki büyüklüğünün yönünün pozitif (+) olması deney grubu lehine bir durumdur.

Araştırmada, bilimsel süreç becerileri ile ilgili çalışmaların histogram grafiğinde etki büyüklüğünün 0,50-1,50 arasında; akademik başarı ile ilgili çalışmaların histogram grafiğinde etki büyüklüğünün 0,00-1,50 arasında yoğunlaştığı görülmüştür. Bilimsel süreç becerileri ve akademik başarı ile ilgili çalışmaların etki büyüklüğüne ait kutu grafiklerinde çarpıklık -1 ile +1 arasında değer aldığı için etki büyüklüğünün normal dağılımdan sapma göstermediği belirlenmiş ve aşırı uç değerlere rastlanmamıştır.

Araştırmaya dâhil olan çalışmaların heterojen bir yapıya sahip olduğu ve rastgele etkiler modeline ait etki büyüklüğünü gösterdiği tespit edilmiştir. Bu etki büyüklüğünün, bilimsel süreç becerileri için yüksek etkiye ($Q_b = 547,576$; $p < .05$; Etki büyüklüğü = 1,057) ve akademik başarı için orta etkiye ($Q_b = 69,627$; $p < .05$; Etki büyüklüğü = ,521) karşılık geldiği görülmüştür. Thalheimer ve Cook'un (2002) etki büyüklüğü sınıflandırmasında etki büyüklüğü değeri 0,75–1,10 arasında ise yüksek ve 0,40–0,75 arasında ise orta olarak belirlenmiştir. Bu bilgiler, sonucun istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir. Bu nedenle laboratuvar etkinliklerinde kullanılan farklı öğretim yöntem ve tekniklerin öğretmen adaylarının akademik başarı ve bilimsel süreç becerilerini olumlu yönde etkilediği söylenebilir.

Araştırmada, çalışmaların huni grafiğinde; bilimsel süreç becerileri için çalışmaların

etki büyüklüğünün tamamına yakının düşük düzeyde standart hataya sahip olduğu ve huninin tepe noktasında simetrik bir şekilde biriktikleri, akademik başarı için çalışmaların etki büyüklüğünün orta düzeyde standart hataya sahip olduğu ve huninin içerisinde simetrik bir şekilde dağılma gösterdiği görülmüştür. Daha nesnel bir değerlendirme yapabilmek için Rosenthal Korumalı N Sayısı Analizine başvurulmuş ve elde edilen sonuçlar, analiz sonuçlarının yayın yanlılığından etkilenmediğini göstermiştir.

Araştırmada, akademik başarı ve bilimsel süreç becerileri ile ilgili çalışmalarda öğretime dayalı çeşitli yöntem ve tekniğin kullanıldığı görülmüştür. Araştırmacılar akademik başarı ile ilgili çalışmalarında; en çok argümantasyon temelli öğrenmeye, ikinci sırada tahmin-gözlem-açıklamaya ve üçüncü olarak işbirlikli öğrenme modeline başvurmuşlardır. Bilimsel süreç becerileri ile ilgili çalışmalarında ise en çok sorgulamaya dayalı modele, ikinci sırada tahmin-gözlem-açıklamaya ve üçüncü olarak araştırma-sorgulama ve argümantasyon temelli öğrenme yöntemine başvurmuşlardır.

Bu meta-analiz çalışmasında, laboratuvar etkinliklerinde kullanılan farklı öğretim yöntem ve tekniklerinin öğretmen adaylarının akademik başarılarını etkileme düzeylerinin şu şekilde olduğu görülmüştür: Önemsiz düzeyde etkili olanlar; tahmin-gözlem-açıklama, yaparak yazarak bilim öğrenme, robotik fetemm uygulamaları, araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenme. Düşük düzeyde etkili olanlar; 3e ve 5e öğretim modelleri, örnek olay yöntemi. Orta düzeyde etkili olanlar; açık uçlu deney tekniği, yapılandırmacı yaklaşım, argümantasyon temelli öğrenme, fen-teknoloji-mühendislik-matematik. Yüksek düzeyde etkili olanlar; araştırmaya dayalı öğrenme, argümantasyon temelli öğrenme. Çok yüksek düzeyde etkili olanlar; tahmin-gözlem-açıklama, işbirlikli öğrenme, tahmin et-açıkla-gözle-tartış-açıkla. Mükemmel düzeyde etkili olanlar; bil-düşün-tasarla, işbirlikli öğrenme, video yap (kaydet-izle-deney yap-tartış-paylaş). Bazı yöntem ve tekniklerin birden çok düzeyde yer aldığı görülmektedir. Bu durum araştırmaya dâhil edilen çalışmalara göre değişmektedir.

Laboratuvar etkinliklerinde kullanılan farklı öğretim yöntem ve tekniklerinin öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerini etkileme düzeylerinin şu şekilde olduğu görülmüştür: Önemsiz düzeyde etkili olanlar; tahmin-gözlem-açıklama, bil-düşün-tasarla, sorgulamaya dayalı model, argümantasyon temelli öğrenme. Düşük düzeyde etkili olanlar; 7e öğretim modeli. Orta düzeyde etkili olanlar; 5e öğretim modeli, yaparak yazarak bilim öğrenme, açık uçlu deney tekniği, yapılandırmacı

yaklaşım, bağlam temelli öğretim, sorgulamaya dayalı model, tahmin-gözlem-açıklama, fen-teknoloji-mühendislik-matematik, argümantasyon temelli öğrenme. Yüksek düzeyde etkili olanlar; akran öğretimi, 3e ve 5e öğretim modelleri, araştırma-sorgulama, probleme dayalı laboratuvar etkinlikleri, mühendislik tasarım temelli öğrenme, işbirliğine dayalı öğrenme, argümantasyon temelli öğrenme, fen-teknoloji-mühendislik-matematik, sorgulamaya dayalı model. Çok yüksek düzeyde etkili olanlar; yaratıcı ve eleştirel düşünme, araştırma-sorgulama, sorgulamaya dayalı model, bilimsel süreç becerileri, tahmin-gözlem-açıklama. Mükemmel düzeyde etkili olanlar; tahmin-gözlem-açıklama, robotik fetemm uygulamaları, tahmin et-açıkla-gözle-tartış-açıkla. Bazı yöntem ve tekniklerin birden çok düzeyde yer aldığı görülmektedir. Bu durum araştırmaya dâhil edilen çalışmalara göre değişmektedir.

Baydere ve Çakır (2019), fen laboratuvarı etkinliklerinin öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerini olumlu yönde etkilediğini çalışmalarında göstermişlerdir. Ancak sonuçta hem bilimsel süreç becerilerine dayalı laboratuvar yaklaşımının uygulandığı hem de mevcut laboratuvar yaklaşımının uygulandığı grupların bilimsel süreç becerileri öz yeterlik inancı puanları arasında bir fark olmadığını tespit etmişlerdir.

Arı ve Bayram (2012) yapılandırmacı yaklaşıma dayalı yaptıkları çalışmada, bilimsel süreç becerileri, akademik başarı ve laboratuvar performanslarına göre deney grubu lehine anlamlı sonuçlar elde etmişlerdir. Yani deney grubunda bulunanların akademik başarının ve bilimsel süreç becerilerinin kontrol grubunda bulunanlardan daha yüksek olduğunu bulgulamışlardır. Şimşir (2016) laboratuvar etkinliklerinin yapılandırmacı yaklaşıma ve bilimsel süreç becerilerine dayalı olarak geliştirilmesi yönünde yaptığı çalışmada, gruplar arasında akademik başarı açısından deney grubu lehine anlamlı farklılıkların olduğunu rapor etmiştir.

Aslan (2016), argümantasyona dayalı laboratuvar etkinliklerinin; öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirdiğini, bilimsel süreç becerileri düşük olan öğrencilerin bu becerilerinde artışa neden olduğunu; ayrıca öğrencilerin fen bilgisi dersi ve laboratuvar etkinliklerine yönelik olumsuz tutumlarının azalmasına ve olumlu tutumlarının artmasına yol açtığını saptamıştır. Diğer taraftan öğrencilerin hem akademik başarılarını artırdığı hem de kişisel gelişimlerine katkı sağladığı belirtilmiştir.

Güler (2016), argümantasyon tabanlı fen öğrenme yaklaşımının geleneksel yaklaşıma göre çok daha fazla olumlu sonuçlar verdiği sonucuna varmıştır. Erkol ve arkadaşları

(2017), argümantasyon tabanlı bilim öğrenme (ATBÖ) yaklaşımının fen bilgisi öğretmen adaylarının başarılarını olumlu yönde artırdığını rapor etmişlerdir. Bununla birlikte çalışmaları sonucunda öğretmen adaylarının fen bilgisi laboratuvarlarına yönelik tutumları arasında herhangi bir farklılığın olmadığını belirlemişlerdir. Polat (2019), argümantasyon yöntemine dayalı laboratuvar etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının akademik başarıları, eleştirel düşünceleri, sorgulamaları, analiz etmeleri, kendilerini ifade etmeleri, yorumlamaları, öğrenmeyi öğrenmeleri ve düşünceyi geliştirmeleri üzerinde etkili olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Fakat mantıksal düşünme becerileri üzerinde anlamlı farklılık görülmemiştir.

Nazlı (2019) çalışması sonucunda, en yararlı ama en zorlanılan ATBÖ yaklaşımı bileşenlerinin kanıt, iddia ve yansıtma bölümleri olduğu sonucuna varırken; ATBÖ rapor formatına göre raporlaştırmanın öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerine anlamlı düzeyde bir etkisinin olmadığı sonucuna varmıştır. Köşeler (2019), argümantasyon temelli laboratuvar uygulamalarının sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel süreç becerilerini artırdığını ve bu durumun deney grubunun lehine olduğuna dikkat çekmiştir. Öztürk (2019), argümantasyon tabanlı fen öğretimi yönteminin fen bilimleri öğretmen adaylarının akademik başarılarının artmasında etkili bir yöntem olduğunu söylemektedir.

Arslan (2013), araştırma-sorgulama sürecinin öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerileri ve değişimlerine yararlı olduğu sonucunu elde ederken; Bozkurt (2012), fen bilgisi eğitiminde araştırmaya dayalı yaklaşımın deney grubu öğrencilerinin bilimsel süreç ve akademik başarı becerilerinde kontrol grubuna göre artışlar olduğunu gözlemlemiştir. Gezer (2014), yansıtıcı sorgulama yaklaşımının öğrencilerinin laboratuvar öz yeterliklerini, bilimsel işlem becerilerini, eleştirel düşünme eğilimlerini ve yansıtma becerilerini artırdığını rapor etmiştir. Buna rağmen geleneksel ve yansıtıcı sorgulama yaklaşımları, öğretmen adaylarının biyoloji laboratuvarı endişeleri üzerinde bir değişiklik meydana getirmemiştir.

Ünal (2018), araştırma-sorgulama yaklaşımının fen bilgisi öğretmenliği adaylarının akademik başarılarını ve bilimsel süreç becerilerini olumlu yönde etkilediğini; laboratuvara yönelik tutumlarında ise olumlu ya da olumsuz bir etki oluşturmadığını tespit etmiştir. Diğer taraftan sosyal ağ desteğinin öğrencilerin çalışmalarında pozitif etki oluştursa da bilimsel süreç becerilerine yönelik algıları ve akademik başarıları üzerinde anlamlı bir değişime yol açmadığı ortaya çıkmıştır. Kırıktaş ve Kesercioğlu

(2021), sorgulama tabanlı fen öğretiminin alışlagelmiş yöntemlere göre öğretmen adaylarının akademik başarı ve bilimsel süreç becerilerinin artırılmasında daha etkili olduğunu bulgulamışlardır. Diğer taraftan öğretmen adaylarının laboratuvara yönelik tutumları arasında anlamlı bir farklılık görülmemiştir. Bu durum duyuşsal olguların değişime dirençli olduğu ile açıklanmış ve değişim için uzun zamanın gerekli olduğu üzerinde durulmuştur.

Kırılmazkaya (2014), web tabanlı araştırma-sorgulamaya dayalı fen öğretiminin öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerileri ve kavramsal başarılarının artmasında etkili olduğunu ifade etmiştir. Karışan ve arkadaşları (2016), yansıtıcı sorgulamaya dayalı fen laboratuvar uygulamalarının öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerileri puanlarında artışa neden olduğunu saptamıştır. Karapınar (2016), sorgulamaya dayalı öğrenme ortamlarının öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerini artırmada etkili olduğu sonucunu elde etmiştir.

Açışlı (2014), 5E öğrenme modeli uygulamalarının öğrencilerin bilimsel süreç becerileri ve akademik başarılarına anlamlı katkılar sağladığı; Sevinç (2008), 5E öğretim yaklaşımı ile öğrenim yapan öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin ve kavramsal anlamalarının daha yüksek olduğu; Toprak (2011), 3E ve 5E öğrenme halkaları uygulanan fen bilgisi öğretmen adayları edindikleri bilginin kalıcı olduğunu ve öğrenilenlerin kimya dersine yardımcı olduğunu, ayrıca araç gereç kullanma becerisini artırdığını; Kanlı (2007), 7E modeline göre yürütülen laboratuvar yaklaşımının öğrencilerin bilimsel süreç becerileri ve kavramsal başarılarının artmasında etkili olduğu; Güney (2015), simülasyon destekli 7E modelinin sonuç çıkarma becerisi üzerinde etkili olduğu, tahmin etme becerisi üzerinde ise yalnız 7E öğretim modeliyle yakın etkiye sahip olduğu sonucunu elde etmiştir.

Arslan (2016), fen öğretimi laboratuvar uygulamaları dersinde uygulanan işbirlikli öğrenme modelinin; geleneksel yöntemlere göre öğrenilenlerin kalıcılığını sağladığını, akademik başarılarını artırdığını ve tutumlar üzerinde olumlu etkileri olduğunu rapor etmiştir. Ayrıca öğretmen adayları, iletişim becerilerinin ve sorumluluk duygularının arttığını ifade etmişlerdir.

Bıyıklı (2015), işbirlikli öğrenme yönteminin deney grubunda daha etkili sonuçlar verdiğini rapor ettiği araştırmasında işbirlikli öğrenme jigsaw tekniğinin laboratuvar çalışmalarında daha etkili sonuçlar verdiğini saptamıştır. Ancak laboratuvarı kullanma becerilerinin ölçüldüğü sonuçlarda anlamlı bir farkın olmadığı görülmüştür. Diğer

tarafından laboratuvar grup çalışmalarının yanlış öğrenme, sorumlulukları yerine getirmeme, hazırlık yapmama gibi olumsuz sonuçlarının olduğu sonuçlara varılmıştır. Çetin (2015), işbirliğine dayalı yöntemlere göre yapılan fizik deneylerinin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinde anlamlı bir artışa yol açtığını ve etki büyüklüğünün yüksek olduğunu ortaya çıkarmıştır. Fakat çalışmada öğrencilerin; fiziğe yönelik tutumlarında azalma olması ve sonrasında teorik ders ile bağlantı kuramadıklarını, dersi zor bulduklarını açıklamaları oldukça düşündürücüdür.

Bilen (2009) araştırmasında, TGA yöntemi ile hazırlanan laboratuvar etkinliklerinin; fen bilgisi öğretmenlerinin bilimsel süreç becerilerinin gelişimine, kavramsal başarılarına ve laboratuvar etkinliklerine yönelik tutumlarına destek olduğu görülmüştür. Öğretmen adayları laboratuvar çalışmalarını zevkli bulmanın yanı sıra TGA yönteminin biraz zaman alıcı ve zorlayıcı olduğunu belirtmişlerdir. Güngör (2016), TGA yöntemi ile yürütülen laboratuvar etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerinin gelişimine ve kavramsal başarılarında etkili olduğunu rapor etmiştir. Ayrıca fen bilgisi öğretmen adayları TGA yöntemini zorlayıcı ve zaman alıcı bir yöntem olarak değerlendirmişlerdir. Sarı ve Şengül (2018), TGA ile birleştirilmiş örnek olay yöntemine dayalı laboratuvar yaklaşımının öğretmen adaylarının akademik başarılarında etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Barut (2020), kavram ağı destekli TGA (Tahmin Gözlem Açıklama) yöntemi etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının laboratuvar çalışmalarına yönelik bilimsel süreç becerilerinde deney grubu lehine anlamlı farklılıklar sağlarken; laboratuvara yönelik tutumlarında anlamlı bir farklılık elde edememiştir. Karatekin (2012), biyoloji laboratuvarı dersinde TGA yönteminin kullanılmasının öğrencilerin başarıları ve bilimsel süreç becerileri üzerinde olumlu etkiye sahip olduğu sonucuna varmıştır.

Coştu (2021) doktora çalışmasında, laboratuvar etkinliklerinin hem deney hem de kontrol grubunda öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerini, akademik başarılarını, kavramsal anlamalarını ve günlük yaşam problemlerini yorumlamalarını artırmada etkili olduğu sonucuna ulaşmıştır. TAGTaA destekli laboratuvar çalışmalarının öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerini artırdığı ve deney grubunun kontrol grubuna göre daha etkili sonuçlar aldığını tespit etmiştir.

Yurdatapan (2013), probleme dayalı laboratuvar etkinliklerinin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine etkisini araştırdığı çalışmasında deney ve kontrol grubu öğrencileri

arasında deney grubu lehine anlamlı fark bulurken; özgüven ve öz yeterlik son-test puanları arasında anlamlı bir fark bulamamıştır.

Bozkurt (2014), bilimsel süreç becerilerinin ve karar verme becerilerinin mühendislik tasarım temelli fen eğitimi ile geliştiğini saptamıştır. Öğretmen adayları bu yöntemin fen eğitimi laboratuvar dersinde kullanılabileceğini ifade etmişlerdir. Gökbayrak (2017), Fen Teknoloji Mühendislik ve Matematik (STEM) temelli laboratuvar etkinliklerinin öğretmen adaylarının farkındalıklarını ve disiplinler arası etkileşimlerini artırdığını bulgulamıştır. Akçay (2021) çalışmasında, STEM yaklaşımının akademik başarıyı ve bilimsel süreç becerilerini artırdığı sonucuna ulaşmıştır.

Akçay (2018) araştırmasında, robotik FeTeMM çalışmalarının öğretmen adaylarının; bilimsel süreç becerilerini, akademik başarılarını ve motivasyonlarını artırdığını, işbirliği içinde çalışmayı ve iletişimi geliştirdiğini gözlemlemiştir. Doğru (2018), VİDEOYAP'ın akademik başarıyı artırdığını ve laboratuvar etkinliklerini desteklediğini, geliştirdiğini, becerileri artırdığını, mikroskop becerisini geliştirdiğini ve işbirliğini artırdığını saptamıştır. Karaca (2011), yaparak yazarak bilim öğrenmenin (YYBÖ) deney grubu lehine anlamlı bir fark oluşturduğunu ve öğretmen adaylarının deney başarılarının artmasında etkili olduğunu ifade etmektedir. Uzun (2013), bağlam temelli yaklaşıma göre işlenen laboratuvar dersinin öğretmen adaylarının bilimsel başarılarında, motivasyon düzeylerinde, bilimsel süreç becerilerinde etkili olduğu sonucuna varmıştır.

Recepoğlu (2012), açık uçlu deney tekniğinin akademik başarı ve bilimsel süreç becerileri üzerine etkisini araştırdığı çalışmasında deney grubu lehine anlamlı farklılıklar bulgulamıştır. Koray ve arkadaşları (2007) yaratıcı ve eleştirel düşünme temelli laboratuvar etkinliklerinin öğretmen adaylarının akademik başarı ve bilimsel süreç becerilerini artırdığını ve bu artışın deney grubunun lehine olduğunu belirlemiştir. Keskin (2012), bil-düşün-tasarla etkinliklerinin öğretmen adaylarının akademik başarılarını ve bilimsel süreç becerilerini olumlu yönde etkilediğini ve bu başarının deney grubu lehine olduğunu tespit ederken; akademik başarı açısından cinsiyete göre anlamlı bir farklılığın olmadığını belirlemiştir.

Savaş'ın (2011) çalışmasında, öğretmen adaylarının üst düzey bilimsel süreç becerilerinden sonuç çıkarma, model oluşturma ve karar verme becerilerinde yüksek etki elde ettikleri sonucuna varılmıştır. Tahmin, verileri kaydetme ve yorumlama

becerilerinde orta; değişkenleri belirleme, değişkenleri değiştirme ve kontrol etme becerilerinde ise düşük kazanç elde ettikleri; hipotez kurma ve deney yapma becerilerinde ise kazanç elde edemedikleri bulunmuştur. Buna göre yöntemin, öğretmen adaylarına bazı bilimsel süreç becerilerinin kazandırılmasında etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

5.3. Öneriler

Laboratuvar etkinliklerinde kullanılan farklı öğretim yöntem ve tekniklerin öğretmen adaylarının akademik başarı ve bilimsel süreç becerilerinin gelişimine olan etkilerinin meta-analiz yöntemi ile araştırıldığı bu çalışmada, elde edilen sonuçlar doğrultusunda aşağıda başlıklar halinde verilen öneriler sunulmuştur.

5.3.1. Araştırma Sonuçlarına Yönelik Öneriler

- Araştırmada, laboratuvar etkinliklerinde kullanılan farklı öğretim yöntem ve tekniklerin öğretmen adaylarının akademik başarı ve bilimsel süreç becerilerini olumlu yönde etkilediği ve etki büyüklüğünün; bilimsel süreç becerileri için yüksek, akademik başarı için orta etkiye karşılık geldiği görülmüştür. Bu sonuçtan hareketle eğitimcilere, eğitim-öğretim faaliyetlerinde ve laboratuvar etkinliklerinde farklı öğretim yöntem ve tekniklerden yararlanmaları önerilmektedir.
- Araştırmada ulaşılan sonuçlardan biri etki büyüklüğünün bilimsel süreç becerilerinde akademik başarıya göre daha yüksek olduğudur. Bu nedenle fen konularında bilimsel süreç becerilerine daha fazla yer verilmesi hem alana hem de laboratuvar çalışmalarına katkı sağlayabilir. Ayrıca bilimsel süreç becerilerinin çalışmalarda etkin kullanılması, öğrencilerin akademik başarılarını da olumlu yönde etkileyecektir. Diğer taraftan bilimsel süreç becerilerinin etkin kullanımı öğrencilerin fen bilimlerine yönelik olası olumsuz tutumlarını olumlu yöne çevireceği düşünülmektedir.
- Akademisyenler, öğretmenler, eğitim programı geliştirenler, eğitimde ölçme ve değerlendirme yapanlar, bu konuda yayın çıkaranlar ve politika yapıcılar; laboratuvar etkinliklerinde kullanılan farklı öğretim yöntem ve tekniklerin öğretmen adaylarının akademik başarı ve bilimsel süreç becerileri üzerine etkilerinin farkına varmalı bu konuda çeşitli çalışmalar (programlar, yayınlar vb.) yapılmalıdır.
- 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 laboratuvar çalışmalarının yeterli olmadığını ve bilimsel süreç becerilerine dayalı laboratuvar etkinliklerinin öğretmen adayları için yararlar getireceğini ortaya koymuştur. Fen bilgisi laboratuvarlarının bu yaklaşıma göre oluşturulması ve düzenlenmesi önerilmektedir.

5.3.2. Gelecekteki Araştırmalara Yönelik Öneriler

- Araştırmada, laboratuvar etkinliklerinde kullanılan farklı öğretim yöntem ve tekniklerin öğretmen adaylarının akademik başarı ve bilimsel süreç becerilerini olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Bu konuda farklı çalışmaların yapılması önerilmektedir.

- Araştırma, 2000 ile 2022 yılları arasında yayımlanan ve dili Türkçe olan çalışmalar (yüksek lisans tezleri, doktora tezleri ve makaleler) ile sınırlıdır. Yapılacak meta-analiz çalışmalarına, bu konuda yurt dışında yapılmış olan çalışmalar da dâhil edilerek çalışmaların alanı genişletilebilir ve böylece karşılaştırmalı sonuçlar elde edilebilir.

- Bu çalışmada araştırmanın örneklem grupları öğretmen adayları ile sınırlandırılmıştır. 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.

5.3.3. Meta-Analiz Yapacak Araştırmacılara Yönelik Öneriler

- Meta-analize dâhil edilecek çalışmalar; düzenli ve sistemli bir şekilde incelenmeli, moderatör değişkenlere bu doğrultuda karar verilmelidir.

- Araştırma yöntemi sıralı, açık ve net bir şekilde ifade edilmelidir. Çalışmaların öncesine ve sonrasına dikkat edilmelidir.

- Araştırmada kullanılan meta-analize yönelik süreç ve analizler, anlaşılır bir şekilde tanımlanmalıdır.

- Meta-analizde yer verilen karakteristiklere yönelik kodlama yapılırken, meta-

analize dâhil edilen çalışmalarda birçok güçlükle karşılaşılabilmektedir. Bu güçlükler sırasında yapılacak olası hatalar veya yanlış aktarımlar, araştırmanın sonuçlarını olumsuz yönde etkileyeceğinden gerekli kontrollerin yapılması önerilmektedir.



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.
- Adams, S., and Lambert, D. (2006). *Earth science: An illustrated guide to science*. New York, NY: Chelsea House.
- Ahraz, S. (2022). *Okuduğunu anlama stratejilerinin anlama, tutum ve kalıcılığa etkisi üzerine meta analiz çalışması*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Akcay, H., and Yager, R. E. (2016). Students learning to use the skills used by practicing scientists. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(3), 513–525.
- 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.
- Akçil, M. (1995). *Ortalamalar arası etki genişliklerinin meta-analizi*. 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, İbrahim Çeçen Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ağrı.
- Allaby, M. (2008). *Dictionary of Earth Sciences*, Oxford University.

- Anıl, D. (2009). Uluslararası Öğrenci Başarılarını Değerlendirme Programı (PISA)'nda Türkiye'deki öğrencilerin fen bilimleri başarılarını etkileyen faktörler. *Eğitim ve Bilim*, 34(152), 15-34.
- Arena, P. (1996). The role of relevance in the acquisition of science process skills. *Australian Science Teachers Journal*, 42(4), 24-38.
- Arı, E. ve 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.
- Armağan, F. Ö. (2011). *Kavramsal değişim metinlerinin etkililiği: Meta-analiz çalışması*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- 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.
- Arslan, A. (2016). *İşbirlikli öğrenme modelinin fen öğretimi laboratuvar uygulamaları dersinde akademik başarı, kalıcılık ve tutuma etkileri*. Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- 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.
- Aydoğdu, B. (2006). *İlköğretim fen ve teknoloji dersinde bilimsel süreç becerilerini etkileyen değişkenlerin belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Azmat, R. (2013). Manufacturing of high quality teachers for chemistry education at higher secondary level in current era. *Pakistan Journal of Chemistry*. 3(3), 140-141.
- Bakioğlu, A. ve Özcan, Ş. (2016). *Meta analiz*. Ankara: Nobel.

- Barut, D. B. (2020). *Kavram ağılarıyla desteklenmiş TGA etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının laboratuvar tutumlarına, kaygılarına ve bilimsel süreç becerilerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Baumeister, R. F., Vohs, K. D., and Tice, D. M. (2007). The strength model of self-control. *Current Directions in Psychological Science*, 16(6), 351–355.
- Baydere, F. K. ve 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.
- Bayraktar, Ş. (2020). Eğitimde meta-analiz çalışmaları. B. Oral ve A. Çoban (Ed.), *Kuramdan Uygulamaya Eğitimde Bilimsel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Pegem.
- Bıyıklı, F. (2015). *İşbirlikli öğrenme yönteminin Genel fizik laboratuvarı-I dersinde öğrencilerin akademik başarılarına, laboratuvar malzemelerini tanıma ve kullanma becerilerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.
- 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.
- Bilgin, I. (2006). The effect of hand-on activities incorporating a cooperative learning approach on eight grade students' science process skills and attitude toward science. *Journal of Baltic Science Education*, 1(9), 27-36.
- Boranstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J. P. T. ve Rothstein, H. R. (2013). *Meta-analize giriş*. S. Dinçer (Çev.). Ankara: Anı.
- Boslaugh, S. E. (2013). *Health care systems around the world: A comparative guide*, New York, USA: Sage.

- Boyd, F. B. (2002). Motivation to continue: Enhancing literacy learning for struggling readers and writers. *Reading and Writing Quarterly: Overcoming Learning Difficulties*, 18, 257–277.
- Bozdoğan, A. E., Demirbaş, M. ve Taşdemir, A. (2006). Fen bilgisi öğretiminde işbirlikli öğrenme yönteminin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirmeye yönelik etkisi. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(11), 23- 36.
- 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.
- Brown, L. M., and Weidner, R. T. (2023). Physics. *Encyclopedia Britannica*, Retrieved January 05, 2023, from <https://www.britannica.com/science/physics-science>
- Brown, T. L., LeMay, H. E., Bursten, B. E., and Burdge, J. R. (2002). Chemistry: The central science. Pearson Educación.
- Bulduklu, E. (2014). *Okul müdürlerinin öğretimsel liderliği, öğretmen öz-yeterliği ve öğrenci başarısı arasındaki ilişkinin incelenmesi*. Doktora Tezi, Mevlana Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.
- Buxton, C. A., and Provenzo Jr., E. F. (2007). *Teaching science in elementary and middle school, a cognitive and cultural approach* (2rd ed) California: Sage.
- Campbell, L., Campbell, B., and Dickinson, D. (1999). *Teaching and learning through multiple intelligences*. Needham Heights: Allyn ve Bacon.
- Campbell, N. (2004). *Biology* (7th ed.). Benjamin-Cummings.
- Card, N. A. (2012). *Applied meta-analysis for social science research*, New York, USA: The Guilford.

- Carin, A. A., and Bass, J. E. (2001). *Teaching science as inquiry*. Upper Saddle River, NJ: Merrill.
- Carlson, E. (1999). Early environment support ve elementary school adjustment in middle adolescence. *Journal of Adolescent Research*. 14(1), 72-94.
- Choi, N. (2005). Self-Efficacy and self-concept as predictors of college students' academic performance. *Psychology in The Schools*, 42(2), 197-205.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*, Hillside, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Cohen, L., Manion, L., and Morrison, K. (2007). *Research methods in education* (6th Edition). New York: Routledge.
- Cooper, H., Hedges, L. V., and Valentine, J. C. (2009). *The handbook of research synthesis and meta-analysis* (2nd ed.). Russell Sage Foundation.
- 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.
- Covay, E., and Carbonaro, W. (2010). After the bell: Participation in extracurricular activities, classroom behavior, and academic achievement. *Sociology of Education*, 83(1), 20–45.
- Cullin, M., Hailu, G., Kupilik, M., and Petersen, T. (2017). The effect of an open-ended design experience on student achievement in an engineering laboratory course. *International Journal of Engineering Pedagogy*. 7(4), 102-116.
- Çakıroğlu, Ö. (2006). The role and significance of the physics laboratories in physics education as a teacher guide. *Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi Dergisi*, 3(2), 1-13.
- Çarkungöz, E. ve Ediz, B. (2009). Meta analizi. *Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 28(1), 33-37.

- 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.
- Çetinkıl, H. (2017). *Çoklu zekâ kuramına dayalı biyoloji öğretiminin akademik başarıya etkisi: Bir meta analiz çalışması*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Çiftçi, E. A. (2021). *STEM eğitimi yaklaşımına dayalı hazırlanan uygulamaların sınıf öğretmeni adaylarının akademik başarılarına ve bilimsel süreç becerilerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, İbrahim Çeçen Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ağrı.
- Dadlı, G. (2015). *Ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin fen ve teknoloji dersine yönelik öz düzenleme becerileri ve öz yeterlikleri ile akademik başarıları arasındaki ilişkinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Dahar, M. A., and Faize, F. A. (2011). Effect of the availability and the use of science laboratories on academic achievement of students in punjab (Pakistan). *European Journal of Scientific Research*, 51(2), 193-202.
- DeCoster, J. (2009). *Meta-analysis notes*. Retrieved January 05, 2023, from <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.466.1134&rep=rep1&type=pdf>
- Dinçer, S. (2014). *Eğitim bilimlerinde uygulamalı meta analiz*, Ankara: Pegem.
- Doğru, S. (2018). *Mikroskopik incelemede preparat hazırlama yöntemleri ile ilgili öğretmen adaylarının hazırladıkları videoların akademik başarı, laboratuvar teknikleri ve görüşleri üzerine etkileri*. Yüksek Lisans Tezi, Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
- Duban, N., Aydoğdu, B., and Yüksel, A. (2019). Classroom teachers' opinions on science laboratory practices. *Universal Journal of Educational Research*, 7(3), 772-780.

- 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.
- Durlak, J. A., and Lipsey, M. W. (1991). A practitioner's guide to meta-analysis. *American Journal of Community Psychology*, 19(3), 291–332.
- Eccles, J. S., and Templeton, J. (2002). Extracurricular and other after-school activities for youth. *Review of Research in Education*, 26(1), 113–180.
- Egger, M., Smith, G. D., Schneider, M., and Minder, C. (1997). Bias in meta-analysis detected by a simple, graphical test. *British Medical Journal*, 315, 629-634.
- Eisend, M. (2017). Meta-analysis in advertising research. *Journal of Advertising*, 3367(May), 1–15.
- Eisend, M., and Küster, F. (2011). The effectiveness of publicity versus advertising: A meta-analytic investigation of its moderators. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 39(6), 906–921.
- Eisend, M., and Tarrahi, F. (2016). The effectiveness of advertising: A meta-analysis of advertising inputs and outcomes. *Journal of Advertising*, 45(4), 519–531.
- Ellis, P. D. (2010). *The essential guide to effect sizes: Statistical power, meta-analysis and the interpretation of research results*, Cambridge: Cambridge University.
- Erbay, Ş. (2013). *Portfolyo kullanımının akademik başarıya etkisi: Bir meta analiz çalışması*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Osmanpaşa Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Ergene, T. (1999). *Effectiveness of test anxiety reduction programs: A meta-analysreview* (Unpublished doctoral thesis). Ohio University, USA.
- Erkol, M., Kışoğlu, M. ve Gül, Ş. (2017). Argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımı rapor formatının öğretmen adaylarının başarılarına ve fen bilgisi laboratuvarına yönelik tutumlarına etkisi. *İlköğretim Online*, 16(2), 614-627.

- Frazier, W. T., Youngstrom, E. A., Glutting, J. J., and Watkins, M. W. (2007). ADHD and achievement: meta-analysis of the child, adolescent, and adult literatures and a concomitant study with college students. *Journal of Learning Disabilities*, 40(1), 49-65.
- Friedman, B. A., and Mandel, R. G. (2011). Motivation predictors of college student academic performance and retention. *Journal of College Student Retention: Research, Theory and Practice*, 13(1), 1-15.
- 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., and 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).
- Fulmer, G. W., Ma, H., and Liang, L. L. (2019). Middle school student attitudes toward science, and their relationships with instructional practices: A survey of Chinese students' preferred versus actual instruction. *Asia-Pacific Science Education*, 5(9), 1-21.
- Gabel, D. L. (1993). *Handbook of research on science teaching and learning a project of the National Science Teachers Association*. New York: Macmillan and Shuster.
- Germann, P. J., Haskins, S., and Auls, S. (1996). Analysis of nine high school biology laboratory manuals: promoting scientific inquiry. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(5), 475-499.
- Gezer, S. U. (2014). *Yansıtıcı sorgulamaya dayalı genel biyoloji laboratuvarı etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının laboratuvar kullanımı özyeterlik algıları, eleştirel düşünme eğilimleri ve bilimsel süreç becerileri üzerine etkisi*. Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Gough, D., Oliver, S., and Thomas, J. (2012). Introducing systematic reviews. In D. Gough et al. (Eds.), *An Introduction to Systematic Reviews* (pp. 1-16). Retrieved from http://www.uk.sagepub.com/upm-data/46999_Gough_Chapter_1.pdf

- Gökbayrak, S. (2017). *Fen teknoloji mühendislik ve matematik (STEM) uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM farkındalık düzeyleri, entegre STEM öğretimi yönelimi ve bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Güler, Ç. (2016). *Fen laboratuvarı derslerinde kullanılan "Argümantasyon tabanlı bilim öğrenme" yaklaşımının, fen bilgisi öğretmen adaylarının akademik başarılarına etkisi ve yaklaşım hakkındaki görüşleri*. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Gümüş, B. (2022). *Fen eğitiminde gerçekleştirilen stem uygulamalarının farklı değişkenler açısından incelenmesi: Bir meta-analiz çalışması*. Doktora Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bolu.
- Güney, T. (2015). *Sorgulamaya dayalı simülasyon destekli fen laboratuvarı uygulamalarının bilimsel süreç becerilerine etkisi: Kuvvet hareket ünitesi örneği*. Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırıkkale.
- 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.
- Gürsoy, K. (2017). *Bilgisayar destekli matematik öğretiminin akademik başarıya ve matematik dersine yönelik tutuma etkisi: Bir meta-analiz ve meta-sentez çalışması*. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Haar, J., Hall, G., Schoepp, P., and Smith, D. H. (2002). How teachers teach to students with different learning styles. *Clearing House*, 75(3), 142-145.
- Hak, T., Rhee, H. J., and Suurmond, R. (2016). *How to interpret results of meta-analysis*. (Version 1.3) Rotterdam, The Netherlands: Erasmus Rotterdam Institute of Management.

- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement vs. traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66, 64-74.
- Hançer, A. H., Şensoy, Ö. ve Yıldırım, H. İ. (2003). İlköğretimde çağdaş fen bilgisi öğretiminin önemi ve nasıl olması gerektiği üzerine bir değerlendirme. *Pamukkale University Journal of Education* 13(13), 80-88.
- Hannon B. (2014). Predicting college success: The relative contributions of five social/personality factors, five cognitive/learning factors, and SAT scores. *Journal of Education and Training Studies*, 2(4), 46–58.
- 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.
- Harlen, W., and Qualter, A. (2009). *The teaching of science in primary schools*. New York, NY: Routledge.
- Hernawati, D., Amin, M., Irawati, M., Indriwati, S., and 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.
- Hill, J. W., Petrucci, R. H., McCreary, T. W., and Perry, S. S. (2005). *General chemistry* (4th Ed.). Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River.
- Hofstein, A., and Lunetta, V. N. (1982). The role of the laboratory in science teaching: Neglected aspects of research. *Review of Educational Research*, 52(2), 201–217.
- Hofstein, A., and Lunetta, V. N. (2003). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88(1), 28–54.
- Hofstein, A., and Mamlok-Naaman, R. (2007). The laboratory in science education: The state of the art. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(2), 105–107

- Huang, X., Ding, L., and Hu, B. (2016). Science curriculum and implementation in senior secondary school. In L. L. Liang, X. X. Liu, and G. W. Fulmer (Eds.), *Chinese Science Education in the 21st century: Policy, practice, and research*. Dordrecht: Springer.
- Irwanto, I., Saputro, A. D., Rohaeti, E., and 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.
- Jaworsky, B. (1994). *Investigating mathematics teaching: A constructivist enquiry*. London: The Falmer.
- Jegstad, K. M., and Sinnes, A. T. (2015). Chemistry teaching for the future: A model for secondary chemistry education for sustainable development. *International Journal of Science Education*, 37(4), 655–683.
- Juhji, J., and Nuangchalerm, 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.
- Juuti, K., Lavonen, J., Uitto, A., Byman, R., and Meisalo, V. (2010). Science teaching methods preferred by grade 9 students in Finland. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8(4), 611–632.
- 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.
- 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.
- Karaca, D. (2011). *Yaparak yazarak bilim öğrenmenin (YYBÖ) Genel Fizik Laboratuvarı-I dersinde öğretmen adaylarının akademik başarılarına ve bilimsel süreç becerilerine*

- etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Burdur.
- 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. ve 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.
- Karslı, F., Yaman, F., and 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, 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. ve 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.

Kızıldağ, S. (2009). *Akademik başarının yordayıcısı olarak yalnızlık, boyun eğici davranışlar ve sosyal destek.* Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

Kirschner, P. A., Sweller, J., and Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75-86.

Klomegah, R. Y. (2007). Predictors of academic performance of university students: An application of the goal efficacy model. *College Student Journal*, 41(2), 407-415.

Kocakulah, A. ve 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.

Koksal, E. A., and Berberoglu, G. (2012). The Effect of Guided-Inquiry Instruction on 6th Grade Turkish Students' Achievement, Science Process Skills, and Attitudes Toward Science. *International Journal of Science Education*, 36(1), 66-78.

Koray, Ö., Köksal, M. S., Özdemir, M. ve Presley, A. İ. (2007). Yaratıcı ve eleştirel düşünme temelli fen laboratuvar 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., and 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.
- Lagemaat, R. (2014). Theory of knowledge for the IB diploma (2nd ed.). Cambridge: Cambridge University.
- Ledoux, S. (2002). Defining natural sciences. *Behaviorology Today*, 5(1), 34-36.
- Lee, A. T., Hairston, R. V., Thames, R., Lawrence, T., and Herron, D. S. (2002). Using a computer simulation to teach science process skills to college biology and elementary majors. *Computer Simulations Bioscene*, 28(4), 35-42.
- Leite, L., and Dourado, L. (2013). Laboratory activities, science education and problem-solving skills, *procedia. Social and Behavioral Sciences*, 106, 1677–1686.
- Leonard, W. H. (1991). A recipe for Uncookbooking laboratory investigations. *Journal of College Science Teaching*, 21(2), 84–87.
- Littel, H. J., Corcoran, J., and Pillai, V. (2008). *Systematic reviews and meta-analysis*, New York, USA: Oxford University.
- Lorsbach, A., and Tobin, K. (1995). Toward a critical approach to the study of learning environments in science classrooms. *Research in Science Education*, 25(1), 19–32.
- Loyens, S. M. M., and Rikers, R. M. J. P. (2016). Instruction based on inquiry. In R. E. Mayer, and P. A. Alexander (Eds.), *Handbook of research on learning and instruction* (pp. 361–381). New York: Routledge.

- Mahoney, C. R., Taylor, H. A., Kanarek, R. B., and Samuel, P. (2005). Effect of breakfast composition on cognitive processes in elementary school children. *Physiology and Behavior*, 85(5), 635–645.
- Makransky, G., Thisgaard, M. W., and Gadegaard, H. (2016). Virtual simulations as preparation for lab exercises: Assessing learning of key laboratory skills in microbiology and improvement of essential non-cognitive skills. *Plos One*, 11(6), e0155895.
- Mallick, H. (2023). What is the enquiry method of teaching science? Retrieved January 07, 2023, from <https://www.preservearticles.com/education/what-is-the-enquiry-method-of-teaching-science/27785>
- Martin, D. J. (2006). *Elementary science methods: A constructivist approach*, California: Thomson Wadsworth.
- Martin, E. A., and Hine R (2020). *A dictionary of biology* (6th ed.). Oxford: Oxford University.
- Martin, R. E., Sexton, C., Franklin, T., and McElroy, D. (2001). *Teaching science for all children* (3rd ed.). Massachusetts: Allyn and Bacon.
- Mbewe, S., Chabalengula, V.M., and Mumba, F. (2010). Pre-service teachers' familiarity, interest and conceptual understanding of science process skills. *Problems of Education in the 21st Century*, 22, 76-86.
- Millî Eğitim Bakanlığı (2018). *Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar)*, Ankara: MEB.
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, DG., and The PRISMA Group (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta analyses: The PRISMA Statement. *PLoS Med* 6(7), e1000097.
- Mullen, B., Muellerleile, P., and Bryant, B. (2001). Cumulative meta-analysis: A consideration of indicators of sufficiency and stability. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 27(11), 1450–1462.

- National Research Council (2006). *America's lab report: Investigations in high school science*. Washington, DC: The National Academies.
- 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.
- Newell, H. E. (2011). *Beyond the atmosphere: Early years of space science*. Courier Corporation.
- Nozari, A. Y., and 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.
- Olkin I. (1999). Diagnostic statistical procedures in medical meta-analyses. *Statistics in medicine*, 18(17-18), 2331–2341.
- Ören, F. Ş. ve Sarı, K. (2019). Araştırmaya dayalı öğrenme stratejisinin öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisi: Bir meta-analiz çalışması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 46, 328-348.
- Özcan, G. (2007). *Problem çözme yönteminin eleştirel düşünme ve erişime etkisi*. Doktora Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bolu.
- Özdemirli, G. (2011). İşbirlikli öğrenme yönteminin öğrencinin matematik başarıları ve matematiğe ilişkin tutumu üzerindeki etkililiği: Bir meta-analiz çalışması. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.
- Özer, Y. ve Anıl, D (2011). Öğrencilerin fen ve matematik başarılarını etkileyen faktörlerin yapısal eşitlik modeli ile incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 41, 313- 324.
- Özkan, G., Arslan, S. ve Umdü-Topsakal, Ü. (2020). Uygulamalı fen kulüplerinin öğrencilerin fen bilimleri dersine yönelik tutumlarına ve görüşlerine etkisinin incelenmesi. *Ulakbilge Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(46), 251-258.

- Özreçberoğlu, N., and 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.
- Öztürk, İ. (2019). *Argümantasyon tabanlı biyoloji laboratuvar dersinin fen bilimleri öğretmen adaylarının argümantasyon oluşturma becerilerine, akademik başarılarına ve biyoloji laboratuvar dersine yönelik tutumlarına etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Peters, J. M., and Stout, D. L. (2006). *Science in elementary education: Methods, concepts and inquiries*, New Jersey: Pearson.
- Pincus, T., Miles, C., Froud, R., Underwood, M., Carnes, D., and 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.
- Polat, H. (2019). *Argümantasyon yöntemine dayalı laboratuvar etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının eleştirel düşünme eğilimi, mantıksal düşünme becerileri ve akademik başarılarına etkisi*. Doktora Tezi İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Malatya.
- Prevost, L. B., and Lemons, P. P. (2016). Step by step: Biology undergraduates' problem-solving procedures during multiple-choice assessment. *CBE Life Sciences Education*, 15(4), 1–14.
- Ramig, J. E., Bailer, J., and Ramsey, J. M. (1995). *Teaching science process skills*. USA: Good Apple.
- Rauf, R. A. A., Rasul, M. S., Mans, A. N., Othman, Z., and Lynd, N. (2013). Inculcation of science process skills in a science classroom. *Asian Social Science*, 9(8), 1911-2017.
- Recepoglu, 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., and Pujani, M. (2013). Pengaruh Model Pembelajaran POE (predict-observe-explain) terhadap pemahaman konsep fisika dan sikap ilmiah ditinjau dari gaya belajar siswa. *Jurnal Pendidikan IPA Ganesha*, 3(1), 1–11.
- Rezba, R. J., Sprague, C., McDonnough, J. T., and Matkins, J. J. (2007). *Learning and assessing science process skills*. Dubuque, Iowa: Kendall/Hunt Pub. Co.
- Roath, W. M., McRobbie, C. J., Lucas, K. B., and Boutonne, B. (1997). The local production of order in traditional science laboratories: A phenomenological analysis. *Learning and Instruction*, 7(2), 107–136.
- Robb, A., and Gonzalez, A. B. (2017). *What is science? – Definition, topics and branches*. Retrieved January 20, 2023, from <https://study.com/academy/lesson/what-is-science-definition-topics-branches.html>.
- Rohaida, M. S. (2004). The acquisition of integrated science process skills in a web-based learning environment. *Research in Science and Technological Education*, 22(1), 23-41.
- Rohaida, M. S. (2004). The acquisition of integrated science process skills in a web-based learning environment. *Research in Science and Technological Education*, 22(1), 23-41.
- Rosenthal, R. (1991). Quality-weighting of studies in meta-analytic research. *Psychotherapy Research*, 1(1), 25–28.
- Sadık, F. (2002). Sınıf içindeki problem davranışların nedenleri. *Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 9, 106-115.
- Sağlam, M. ve 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., and 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.

- Sarı, M. ve Cenkseven, F. (2008). İlköğretim öğrencilerinde okul yaşam kalitesi ve benlik kavramı. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*, 5(2), 3-16.
- Sarı, S. ve Şengül, Ü. (2018). Tahmin-gözlem-açıklama ile birleştirilmiş örnek olay yönteminin genel kimya deneylerinde kullanılmasının fen bilgisi öğretmen adaylarının akademik başarısına etkisi. *Karadeniz Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(18), 175-194.
- Sarıer, Y. (2016). Türkiye'de öğrencilerin akademik başarısını etkileyen faktörler: Bir meta-analiz çalışması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31(3), 609- 627.
- 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.
- Schoen L. T., and Teddlie, C. (2008). A new model of school culture: A response to a call for conceptual clarity. *School Effectiveness and School Improvement*, 19(2), 129–153.
- Schwarzer, R., and Hallum, S. (2008). Perceived teacher self-efficacy as a predictor of job stress and burnout: Mediation analyses. *Applied Psychology*, 57(1), 152-171.
- Selcuk, G., Çalışkan, S., and Erol, M. (2008). The effects of problem solving instruction on physics achievement, problem solving performance and strategy use. *Latin American Journal of Physics Education*, 2(3), 161– 166.
- 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.
- Settlage, J., and Southerland, S. A. (2007). *Teaching science to every child: using culture as a starting point*. New York: Routledge.

- Seung, E., Choi, A., and 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.
- Sharma, Y. (2017). *A complete resource for CTET: Science and pedagogy*. India: Pearson.
- Shulman, L. D., and Tamir, P. (1973). Research on teaching in the natural sciences. In R. M. W. Travers (Ed.), *Second Handbook of Research on Teaching*. Chicago: Rand McNally.
- Slavin, R. E. (2016). Instruction based on cooperative learning. In R. E. Mayer, and P. A. Alexander (Eds.), *Handbook of research on learning and instruction* (pp. 344–360). New York: Routledge.
- Staeck, L. (1995). Perspectives for biological education challenge for biology instruction at the end of the 20th century. *Hacettepe University Journal of Education*, 11, 29–35.
- Stajkovic, A. D., Bandura, A., Locke, E. A., Lee, D., and Sergent, K. (2018). Test of three conceptual models of influence of the big five personality traits and self-efficacy on academic performance: A meta-analytic path-analysis. *Personality and Individual Differences*, 120, 238–245.
- Şad, S. N. (2012). Investigation of parental involvement tasks as predictors of primary students' Turkish, math, and science and technology achievement. *Eurasian Journal of Educational Research*, 12(49), 173- 196.
- Şahin, M. C. (2005). *İnternet tabanlı uzaktan eğitimin etkililiği: Bir meta analiz çalışması*. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.
- Şelli, M. ve Doğan, Z. (2011). Meta analiz ile tarımsal verilerin değerlendirilmesi. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15(4), 45–56.

- Şevik, Y. (2014). *İlköğretim müdür ve müdür yardımcılarının öğrencilerin akademik başarısını etkileyen faktörlere ilişkin görüşleri ile akademik başarısına katkıları*. Yüksek Lisans Tezi, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Burdur.
- Şimşir, N. (2016). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının genel kimya-II laboratuvar dersi etkinliklerinin yapılandırmacı laboratuvar yaklaşımına ve bilimsel süreç becerilerine dayalı olarak geliştirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.
- Şişman, M. (2018). *Öğretim liderliği*. Ankara: Pegem.
- Tan, M. ve Temiz, B. K. (2003). Fen öğretiminde bilimsel süreç becerilerinin yeri ve önemi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(13), 89-101.
- Thalheimer, W., and Cook, S. (2002). How to calculate effect sizes from published research: A simplified methodology. *Work-Learning Research*, 1, 1-9.
- Tobias, S. (1993). Revitalizing undergraduate science: Why some things work and most don't. *American Journal of Physics*, 61(5), 477.
- Tobin, K. (1990). Research on science laboratory activities: In pursuit of better questions and answers to improve learning. *School Science and Mathematics*, 90(5), 403-418.
- Toprak, F. (2011). *Fen bilgisi öğretmenliği genel kimya laboratuvarında 3e ve 5e öğretim modellerinin uygulanmasının öğrencilerin akademik başarıları, bilimsel süreç becerileri ve derse karşı tutumlarına etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Türk Dil Kurumu [TDK] (2023). Fen Bilimi. *Güncel Türkçe Sözlük*, Erişim adresi ve tarihi: www.tdk.gov.tr, 23.03.2023.
- 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.
- Völckner, F., and Hofmann, J. (2007). The price-perceived quality relationship: A meta-analytic review and assessment of its determinants. *Marketing Letters*, 18(3), 181-196.
- Wagner, P., Schober, B., and Spiel, C. (2008). Time investment and time management: An analysis of time students spend working at home for school. *Educational Research and Evaluation*, 14(2), 139-153.
- Walters, Y. B., and 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.
- Wolf, F. (1986). *Meta-analysis: Quantitative methods for research synthesis*. California, ABD: Sage.
- Wolfinger, D. M. (2000). *Science in the elementary and middle school*, New York: Longman.
- Yaşar, Ş. (1998). Fen bilgisi öğretiminde kullanılan strateji, yöntem ve teknikler. Ş. Yaşar (Ed.), *Fen Bilgisi Öğretimi* (s. 61-80) içinde. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi.
- Yee, F. P. (1994). Differences in the processes of solving mathematical problems between successful and unsuccessful solvers. *Teaching and Learning*, 14(2), 61–72.
- Yenilmez, K. ve Özabacı, N. Ş. (2003). Yatılı öğretmen okulu öğrencilerinin matematik ile ilgili tutumları ve matematik kaygı düzeyleri arasındaki ilişki üzerine bir araştırma. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(14), 132-146.

Yıldırım, E. (2021). *Temel eğitim düzeyinde drama yönteminin etkililiği üzerine bir meta araştırma*. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.

York, T. T., Gibson, C., and Rankin, S. (2019) Defining and measuring academic success. *Practical Assessment, Research, and Evaluation*, 20, Article 5, 1-20.

Young, H. D., and Freedman, R. A. (2014). *Sears and Zemansky's university physics with modern physics technology update* (13th ed.). Pearson Education.

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.

EKLER

Ek 1: Kodlama Formu

KODLAMA FORMU

Çalışmanın numarası	
Çalışmanın adı	
Çalışmanın konusu	Bilimsel süreç becerileri () Akademik başarı () Bilimsel süreç becerileri ve akademik başarı ()
Çalışmanın yazar(lar)ı	
Çalışmanın yılı	
Çalışmanın türü	Doktora tezi () Yüksek lisans tezi () Makale ()
Çalışmanın deseni	
Çalışma grubu	
Örneklem büyüklüğü	
Öğretim yöntemi	
Örneklem sayısı	Deney grubu: Kontrol grubu:
Ortalama (X)	Deney grubu: Kontrol grubu:
Standart Sapma	Deney grubu: Kontrol grubu:

META-ANALİZE DÂHİL EDİLEN ÇALIŞMALAR

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* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Eğitimi Ana Bilim Dalı, Muğla.

Barut, D. B. (2020). *Kavram ağlarıyla desteklenmiş TGA etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının laboratuvar tutumlarına, kaygılarına ve bilimsel süreç becerilerine etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı, Ankara.

Bıyıklı, F. (2015). *İşbirlikli öğrenme yönteminin Genel fizik laboratuvarı-I dersinde öğrencilerin akademik başarılarına, laboratuvar malzemelerini tanıma ve kullanma becerilerine etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Ana Bilim Dalı, Kastamonu.

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* (Yayınlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Ana Bilim Dalı, Ankara.

Bozkurt, E. (2014). *Mühendislik tasarım temelli fen eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının karar verme becerisi, bilimsel süreç becerileri ve sürece yönelik algılarına etkisi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Ana Bilim Dalı, Ankara.

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* (Yayınlanmamış doktora tezi). Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı, İstanbul.

Çiftçi, E. A. (2021). *STEM eğitimi yaklaşımına dayalı hazırlanan uygulamaların sınıf öğretmeni adaylarının akademik başarılarına ve bilimsel süreç becerilerine etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). İbrahim Çeçen Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı, Ağrı.

Doğru, S. (2018). *Mikroskopik incelemede preparat hazırlama yöntemleri ile ilgili öğretmen adaylarının hazırladıkları videoların akademik başarı, laboratuvar teknikleri ve görüşleri üzerine etkileri* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Eğitimi Ana Bilim Dalı, Muğla.

Erkol, M., Kışoğlu, M. ve Gül, Ş. (2017). Argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımı rapor formatının öğretmen adaylarının başarılarına ve fen bilgisi

laboratuvarına yönelik tutumlarına etkisi. *İlköğretim Online*, 16(2), 614-627.

Güney, T. (2015). *Sorgulamaya dayalı simülasyon destekli fen laboratuvarı uygulamalarının bilimsel süreç becerilerine etkisi: Kuvvet hareket ünitesi örneği* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Ana Bilim Dalı.

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* (Yayınlanmamış doktora tezi). Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Ana Bilim Dalı, Bursa.

Kanlı, U. (2007). *7e modeli merkezli laboratuvar yaklaşımı ile doğrulama laboratuvar yaklaşımlarının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin gelişimine ve kavramsal başarılarına etkisi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Ana Bilim Dalı, Ankara.

Karaca, D. (2011). *Yaparak yazarak bilim öğrenmenin (YYBÖ) Genel Fizik Laboratuvarı-I dersinde öğretmen adaylarının akademik başarılarına ve bilimsel süreç becerilerine etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Ana Bilim Dalı, Burdur.

Karapınar, A. (2016). *Sorgulamaya dayalı öğrenme ortamının öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerileri, sorgulama becerileri ve bilimsel düşünme yetenekleri üzerindeki etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı, Manisa.

Karatekin, P. (2012). *Fen ve Teknoloji öğretmen adaylarının biyoloji laboratuvarlarında TGA tekniğinin öğrencilerin başarı, tutum ve bilimsel süreç becerileri üzerine etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı, Manisa.

Keskin, G. (2012). *Mikro yaşam tasarımı: Mikroorganizmalarla ilgili deney tasarımlarının öğretmen adaylarının yaratıcılıkları, akademik başarıları ve bilimsel süreç becerileri üzerine etkileri* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Ana Bilim Dalı, Muğla.

Kırılmazkaya, G. (2014). *Web tabanlı araştırma-sorgulamaya dayalı fen öğretiminin öğretmen adaylarının kavram öğrenmeleri ve bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesi üzerine etkisi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Fırat Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Ana Bilim Dalı, Elazığ.

Köseler, C. (2019). *Argümantasyon temelli laboratuvar uygulamalarının sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel süreç becerileri, bilimin doğasına yönelik görüşleri ve bilimsel epistemolojik inançları üzerine etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Gaziosmanpaşa Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Temel Eğitim Ana Bilim Dalı, Tokat.

Nazlı, C. (2019). *Argümantasyon tabanlı bilim öğrenme (ATBÖ) rapor formatına göre raporlaştırmanın bilimsel süreç becerisine, sorgulama becerisine ve yazılı argüman kalitesine etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Yozgat Bozok Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Ana Bilim Dalı, Yozgat.

Öztürk, İ. (2019). *Argümantasyon tabanlı biyoloji laboratuvar dersinin fen bilimleri öğretmen adaylarının argümantasyon oluşturma becerilerine, akademik başarılarına ve biyoloji laboratuvar dersine yönelik tutumlarına etkisi* (Yayınlanmamış yüksek

lisans tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Fen Bilgisi Eğitimi Ana Bilim Dalı, İzmir.

Polat, H. (2019). *Argümantasyon yöntemine dayalı laboratuvar etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının eleştirel düşünme eğilimi, mantıksal düşünme becerileri ve akademik başarılarına etkisi* (Yayınlanmamış doktora tezi). İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı, Malatya.

Recepoğlu, B. (2012). *Açık uçlu deney tekniğinin bilimsel süreç becerileri, akademik başarı ve biyolojiye yönelik tutum üzerine etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Onsekiz Mart Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Fen Bilgisi Eğitimi Ana Bilim Dalı, Çanakkale.

Savaş, E. (2011). *Akran öğretimi destekli bilimsel süreç becerileri laboratuvar yaklaşımının öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerine etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Ana Bilim Dalı, Balıkesir.

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* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Kimya Eğitimi Ana Bilim Dalı, Ankara.

Şimşir, N. (2016). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının genel kimya-II laboratuvar dersi etkinliklerinin yapılandırmacı laboratuvar yaklaşımına ve bilimsel süreç becerilerine dayalı olarak geliştirilmesi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Ana Bilim Dalı, Kastamonu.

Toprak, F. (2011). *Fen bilgisi öğretmenliği genel kimya laboratuvarında 3e ve 5e öğretim modellerinin uygulanmasının öğrencilerin akademik başarıları, bilimsel süreç becerileri ve derse karşı tutumlarına etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Ana Bilim Dalı, Samsun.

Uzun, F. (2013). *Bağlam temelli yaklaşıma dayalı genel fizik-I laboratuvar dersinin fen bilgisi öğretmen adaylarının başarılarına, bilimsel süreç becerilerine, motivasyonlarına ve hatırlamalarına etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Ana Bilim Dalı, İstanbul.

Ünal, A. (2018). *Araştırma-sorgulamaya dayalı ve sosyal ağ destekli kimya laboratuvarı etkinliklerinin fen bilimleri öğretmen adaylarının algı, tutum ve başarıları üzerine etkisi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Ana Bilim Dalı, Kastamonu.

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.

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.

Arı, E. ve 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.

Karışan, D., Bilican, K. ve 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.

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.

Sarı, S. ve Şengül, Ü. (2018). Tahmin-gözlem-açıklama ile birleştirilmiş örnek olay yönteminin genel kimya deneylerinde kullanılmasının fen bilgisi öğretmen adaylarının akademik başarısına etkisi. *Karadeniz Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(18), 175-194.

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.

Arslan, A. (2013). *Araştırma-sorgulama ve model tabanlı araştırma-sorgulama ortamlarında öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerinin ve kavramsal değişim süreçlerinin incelenmesi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Ana Bilim Dalı, İstanbul.

Gezer, S. U. (2014). *Yansıtıcı sorgulamaya dayalı genel biyoloji laboratuvarı etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının laboratuvar kullanımı özyeterlik algıları, eleştirel düşünme eğilimleri ve bilimsel süreç becerileri üzerine etkisi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Ana Bilim Dalı, İstanbul.

Arslan, A. (2016). *İşbirlikli öğrenme modelinin fen öğretimi laboratuvar uygulamaları dersinde akademik başarı, kalıcılık ve tutuma etkileri* (Yayınlanmamış doktora tezi). Fırat Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Ana Bilim Dalı, Elazığ.

Baydere, F. K. ve 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.

Kırıkaş, H. ve 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.

Gökbayrak, S. (2017). *Fen teknoloji mühendislik ve matematik(STEM)uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM farkındalık düzeyleri, entegre STEM öğretimi yönelimi ve bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı, Van.

Güler, Ç. (2016). *Fen laboratuvarı derslerinde kullanılan "Argümantasyon tabanlı bilim öğrenme" yaklaşımının, fen bilgisi öğretmen adaylarının akademik başarılarına etkisi ve yaklaşım hakkındaki görüşleri* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Akdeniz Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Ana Bilim Dalı, Antalya.

Koray, Ö., Köksal, M. S., Özdemir, M. ve 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.



GAZİ OLMAK AYRICALIKTIR...