



T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI

FEN EĞİTİMİNDE SANAL LABORATUVAR KULLANIMININ
AKADEMİK BAŞARIYA ETKİSİ: META-ANALİZ ÇALIŞMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gülçin ÖZDEMİR

Malatya-2025

T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI

FEN EĞİTİMİNDE SANAL LABORATUVAR KULLANIMININ
AKADEMİK BAŞARIYA ETKİSİ: META-ANALİZ ÇALIŞMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gülçin ÖZDEMİR

Danışman: Prof. Dr. İbrahim ÜNAL

Malatya-2025

 İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ	KABUL ONAY FORMU	Doküman No	İNÜ-KYS-FRM-142
		Yayın Tarihi	19.08.2019
		Revizyon No	
		Revizyon Tarihi	

**İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ**

**Fen Eğitiminde Sanal Laboratuvar Kullanımının Akademik Başarıya Etkisi:
Meta-Analiz Çalışması**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN
Prof. Dr. İbrahim ÜNAL

HAZIRLAYAN
GÜLÇİN ÖZDEMİR

Jürimiz tarafından 24/01/2025 tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonucunda bu tez **oybirliği** ile başarılı bulunarak Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

1. Prof. Dr. İbrahim ÜNAL
2. Dr. Öğr. Üyesi Ayşe BİRHANLI
3. Dr. Öğr. Üyesi Gökem CEYHAN

O N A Y

Bu tez, İnönü Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri üyeleri tarafından kabul edilmiş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun .../..../2025 tarih ve 2025/..... sayılı kararıyla da uygun görülmüştür.

Prof. Dr. Eyüp İZCİ
Enstitü Müdürü

ONUR SÖZÜ

Prof. Dr. İbrahim ÜNAL danışmanlığında yüksek lisans tezi olarak hazırladığım **“Fen Eğitiminde Sanal Laboratuvar Kullanımının Akademik Başarıya Etkisi: Meta-Analiz Çalışması”** başlıklı bu çalışmanın bilimsel ahlâk ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın tarafımdan yazıldığını ve yararlandığım bütün çalışmaların hem metin içinde hem de kaynakçada yöntemine uygun biçimde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.

Gülçin ÖZDEMİR



ÖN SÖZ

Lisans ve lisansüstü öğrenim hayatım boyunca bana her daim güvenen, cesaretlendiren, bilgi ve tecrübelerini hiç bir zaman benden eksik etmeyen, büyük bir sabırla rehberlik eden, takıldığım her noktada desteğini benden esirgemeyen ve en önemlisi sadece mesleki bilgi ve eğitimimle sınırlı olmayıp hayata karşı fikirleriyle ufkumu genişletip bir duruş kazanmamı sağlayan, öğrencisi olmaktan her zaman gurur duyduğum ve hayatım boyunca aydınlattığı yoldan yürüyeceğim çok kıymetli hocam Sayın Prof. Dr. İbrahim ÜNAL'a teşekkür eder saygılarımı sunarım.

Bu süreçte varlığıyla bana güç veren, yapabileceğime olan inancımı kaybettiğim anlarda bile bana inanan, her zaman yanımda olan, sabırla ve inançla başarabileceğim günleri bekleyen ve bu süreci tamamlamamda en büyük emeği olan başta ablam Elçin ÖZGÜL olmak üzere annem Cihan ÖZDEMİR'e babam Cengiz ÖZDEMİR'e ağabeyim Erdoğan ÖZDEMİR'e yengem Aygen ÖZDEMİR'e, eniştem Buğra ÖZGÜL'e ve yeğenim Cengiz ÖZDEMİR'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İhtiyacım olan her an yanımda olan ve vazgeçmeme asla izin vermeyen, iyi kötü her anıma ortak olan, süreç boyunca yükümü hafifleten, ne zaman düşsem elimden tutup kaldıran başta Ayça Nida TOPSAKAL ve Betül ÇUKADAR olmak üzere tüm arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak tam bitti dediğim anda bana olan inancıyla beni kendime getiren, başarabileceğime olan sonsuz inancı ve varlığıyla daima bana güç veren, bana benden çok inanarak kendime olan güvenimin tekrar gelmesini sağlayan sevgili hayat arkadaşım Tolga YILMAZ'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Gülçin ÖZDEMİR

ÖZET

FEN EĞİTİMİNDE SANAL LABORATUVAR KULLANIMININ AKADEMİK BAŞARIYA ETKİSİ: META-ANALİZ ÇALIŞMASI

ÖZDEMİR, Gülçin

Yüksek Lisans, İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. İbrahim ÜNAL

Ocak-2025, xiii+79 sayfa

Teknolojik gelişmelerin hızla artış gösterdiği son yıllarda teknolojinin eğitime entegrasyonu ve bunun sonucunda ortaya çıkan bir kavram olan eğitim teknolojileri genelindeki olumlu gelişmeler, araştırmacıları bu alanda araştırma yapmaya yönlendirmiştir. Modern teknolojinin fen bilimleri dersi kapsamındaki eğitim teknolojileri kapsamındaki en belirgin yansıması olan sanal laboratuvarların, öğrencilerin akademik başarı düzeyleri üzerindeki etkilerinin araştırılmasını amaçlayan bu çalışmada; araştırma yöntemlerinden meta-analiz yöntemi kullanılmıştır. Bu amaç doğrultusunda YÖK Ulusal Tez Merkezi'nde yayınlanmış yüksek lisans ve doktora tezleri incelenmiştir. Yapılan çalışmaya Aralık-2024 tarihine kadar yayınlanmış tüm yüksek lisans ve doktora tezleri dâhil edilmiştir. Araştırmada, yapılan alanyazın taraması sonucunda ulaşılan tezler arasından, dâhil edilme kriterleri doğrultusunda, fen eğitiminde sanal laboratuvar kullanımının öğrencilerin akademik başarıları üzerine etkisinin incelendiği 15 çalışmaya yer verilmiştir. Alanyazın taraması sürecinde sınırlı sayıda çalışmaya ulaşıldığı için yıl kısıtlaması yapılmamıştır. Bu konuda alanyazında daha önceden yapılmış bir meta-analiz çalışması bulunmamaktadır.

15 çalışmadan elde edilen veriler doğrultusunda yapılan meta-analiz sonucunda birleştirilmiş genel etki büyüklüğü, 2.718-10.975 güven aralığında 6.85 olarak hesaplanmıştır. Bu etki büyüklüğü Cohen (1988) sınıflandırmasına göre geniş, Thalheimer ve Cook (2002) sınıflandırmasına göre muazzam bir etkidir. Bu bağlamdan yola çıkarak fen eğitiminde sanal laboratuvar kullanımının hali hazırda kullanılan geleneksel laboratuvarlara göre öğrenci akademik başarıları üzerinde pozitif yönde, deney grubu lehine bir etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Çalışma raporlanırken PRISMA protokolü adımları izlenmiştir. Meta-analiz yöntemi kapsamındaki bu çalışmada;

heterojenlik istatistikleri, yayın yanlılığı gibi birçok analize yer verilmiştir. Bu analizler sonucunda çalışmanın heterojenliğinin çok yüksek olduğu, yayın yanlılığının olmadığı ve bu sebeplerden dolayı iç güvenilirlik ve dış geçerliliğe sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Sanal Laboratuvar, Meta-Analiz, Fen Eğitimi, Eğitim Teknolojisi, PRISMA Protokolü



ABSTRACT

THE EFFECT OF VIRTUAL LABORATORY USE ON ACADEMIC ACHIEVEMENT IN SCIENCE EDUCATION: A META-ANALYSIS STUDY

ÖZDEMİR, Gülçin

M.S., İnönü University, Institute of Educational Sciences
Program of Science Education

Advisor: Professor Doctor İbrahim ÜNAL

January-2025, xiii+79 pages

In recent years, when technological developments have increased rapidly, the integration of technology into education and the positive developments in educational technologies, which is a concept that emerged as a result, have led researchers to conduct research in this field. In this study, which aims to investigate the effects of virtual laboratories, which are the most prominent reflection of modern technology within the scope of educational technologies within the scope of science course, on students' academic achievement levels, meta-analysis method was used. For this purpose, master's and doctoral theses published in YÖK National Thesis Center were examined. All master's and doctoral theses published until December 2024 were included in the study. In the study, among the theses reached as a result of the literature review, 15 studies examining the effect of virtual laboratory use in science education on students' academic achievement were included in line with the inclusion criteria. Since a limited number of studies were reached during the literature review process, no year restriction was made. There is no previous meta-analysis study on this subject in the literature.

As a result of the meta-analysis conducted in line with the data obtained from 15 studies, the combined overall effect size was calculated as 6.85 with a confidence interval of 2.718-10.975. This effect size is a large effect according to Cohen (1988) classification and a huge effect according to Thalheimer and Cook (2002) classification. Based on this context, it was concluded that the use of virtual laboratories in science education has a positive effect on student academic achievement in favor of the experimental group compared to the currently used traditional laboratories. PRISMA protocol steps were followed while reporting the study. In this study within the scope of

meta-analysis method; many analyses such as heterogeneity statistics and publication bias were included. As a result of these analyses, it was concluded that the heterogeneity of the study was very high, there was no publication bias, and for these reasons, it had internal reliability and external validity.

Key words: Virtual Laboratory, Meta-Analysis, Science Education, Education Technology, PRISMA Protocol



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
KABUL VE ONAY SAYFASI	ii
ONUR SÖZÜ	iii
ÖNSÖZ	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER	ix
TABLolar LİSTESİ	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xii
KISALTMALAR LİSTESİ	xiii

BÖLÜM I

GİRİŞ

1.1. Problem Durumu	6
1.2. Araştırmanın Problemi	6
1.3. Araştırmanın Amacı ve Önemi	6
1.4. Araştırmanın Sınırlılıkları	7
1.5. Araştırmanın Sayıtları	8
1.6. Tanımlar	8

BÖLÜM II

KURAMSAL BİLGİLER VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1. Kuramsal Bilgiler	10
2.1.1. Fen Bilimleri	10
2.1.2. Fen Bilimleri Eğitimi	11
2.1.2.1. Teknoloji ve fen bilimleri eğitimi	13
2.1.2.2. Fen bilimleri eğitiminde laboratuvarın rolü	16
2.1.2.3. Fen bilimleri eğitimde laboratuvar türleri	18
2.2. İlgili Araştırmalar	23
2.2.1. Yurt İçinde Yapılan Araştırmalar	23
2.2.2. Yurt Dışında Yapılan Araştırmalar	25

BÖLÜM III

YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Modeli	27
3.1.1. Meta Analiz Yöntemi	27
3.1.1.1. Grup karşılaştırmalı meta-analiz	30
3.1.1.2. Korelasyonel ilişkili meta-analiz	30
3.1.2. Meta-Analizin Yararları ve Sınırlılıkları	31
3.1.3. Meta-Analizin Adımları	32
3.1.3.1. Araştırma konusunu belirleme	33
3.1.3.2. Problem durumunu belirleme	33
3.1.3.3. Tarama yapma	34
3.1.3.4. Uygun olan çalışmaları belirleme	34

3.1.3.5. Kalite kontrol incelemelerini yapma	35
3.1.3.6. Veri tablosu oluşturma	36
3.1.3.7. Kodlama güvenirliğini kontrol etme	36
3.1.3.8. Etki büyüklüğüne karar verme	37
3.1.3.9. Analiz	38
3.1.3.10. Yayın yanlılığını kontrol etme	39
3.1.3.11. Etki büyüklüğü değerini yorumlama	39
3.1.3.12. Sonuçları raporlama	40
3.1.4. Çalışma Ağırlığı	40
3.1.5. Güven Aralığı	41
3.1.6. Orman Grafiği	41
3.1.7. Yayın Yanlılığı	42
3.1.7.1. Moderatör analizi	43
3.1.7.2. Huni grafiği	43
3.1.7.3. Güvenli N (hata koruma sayısı)	44
3.1.7.4. Begg ve Mazumdar sıra korelasyonları	44
3.1.7.5. Egger'in regrasyonu	45
3.1.7.6. Kırpılan ve eklenen çalışma sayısı	45
3.1.8. Meta-Analizde Geçerlilik	45
3.2. Verilerin Toplanma Süreci	46
3.3. Verilerin Analizi	48

BÖLÜM IV

BULGULAR VE YORUM

4.1. Araştırmaların Betimleyici Verileri	49
4.2. Çalışmaların Etki Büyüklüğüne Ait Bulgular	52

BÖLÜM V

SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Sonuç	57
5.2. neriler	60

KAYNAKÇA	62
-----------------------	-----------

EKLER	72
--------------------	-----------

EK 1. Kodlama Formu	73
EK 2. Araştırmada İncelenen alışmaların Karakteristik zellikleri Tablosu ..	74
EK 3. PRISMA Protokolü Kontrol izelgesi	75
EK 4. PRISMA Protokolü zet Kontrol izelgesi	79

TABLÖLER LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 2.1. Geleneksel Laboratuvarların Avantajları ve Sınırlılıkları	19
Tablo 2.2. Sanal Laboratuvar Uygulamalarının Avantajları ve Sınırlılıkları	21
Tablo 2.3. Fen Bilimleri Eğitimde Kullanılan Sanal Laboratuvar Uygulamaları .	22
Tablo 4.1. Araştırmaya Dâhil Edilen Çalışmaların Betimsel Verileri	49
Tablo 4.2. Araştırmaya Dâhil Edilen Çalışmaların Türüne Göre Dağılımı	50
Tablo 4.3. Araştırmaya Dâhil Edilen Çalışmaların Yılına Göre Dağılımı	50
Tablo 4.4. Araştırmaya Dâhil Edilen İlgili Çalışmaların Konu Alanı Sınıflandırılmasına Göre Dağılımı	51
Tablo 4.5. Araştırmaya Dâhil Edilen İlgili Çalışmaların Örneklem Büyüklüğüne Göre Dağılımı	51
Tablo 4.6. Meta-Analiz Sonucunda Ulaşılan Genel Etki Büyüklüğü İstatistikleri	52
Tablo 4.7. Heterojenlik İstatistikleri	53
Tablo 4.8. Meta-analiz Çalışmasında Kullanılan Akademik Başarı Çalışmalarının Etki Büyüklükleri Yönüne Ait Frekans Değerleri	54
Tablo 4.9. Cohen (1988) Etki Büyüklüğü Sınıflaması	54
Tablo 4.10. Thalheimer ve Cook (2002) Etki Büyüklüğü Sınıflaması	55
Tablo 4.11. Yayın Yanlılığı İstatistikleri	56

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Meta-analizin adımlarını gösteren akış şeması	33
Şekil 3.2. Araştırmaya dâhil edilecek çalışmaların belirlenme süreci	47
Şekil 4.1. Çalışmaya ait orman grafiği	53
Şekil 4.2. Çalışmaya ait huni grafiği	55



KISALTMALAR LİSTESİ

BDÖ	: Bilgisayar Destekli Öğretim
EBA	: Eğitsel Bilişim Ağı
FATİH	: Fırsatları Artırma ve Teknolojiyi İyileştirme Hareketi
MEB	: Milli Eğitim Bakanlığı
STEM	: Science (Fen), Technology (Teknoloji), Engineering (Mühendislik) ve Mathematics (Matematik)
YÖK	: Yüksek Öğretim Kurulu
f	: Frekans
N	: Örneklem büyüklüğü
X	: Ortalama
SD	: Standart sapma

BÖLÜM I

GİRİŞ

Günümüz dünyasında bilim ve teknoloji, birbirinden ayrı düşünölemeyecek kavramlardır. 21. yüzyılın bir getirisi olarak; bilim ve teknoloji kavramları, birbirini izleyen ve güçlendiren farklı iki kavram olmasına rağmen adeta bir bütün olarak değerdendirilmektedir. Gelişmekte olan dünya düzeninde, bilim ve teknolojiadaki yenilikler takip edilemez boyutlara ulaşmıştır ve bu yenilikler, farkında olmadan ölkeleri bir yarış içersine sokmuştur. Bu yarış çağın gereklerine ayak uydurmak isteyen ölkeler için teknolojik yenilikleri zorunlu kılmıştır (Şimşek, vd., 2008). İletişim ve bilişim teknolojilerindeki yenilikler süreci, bilginin hızla üretilmesine ve yayılmasına olanak sağlamıştır (Ünal, 2017). Gelişmeleri yakalama ve ayak uydurma sürecinde eğitim, en önemli görevi üstlenmektedir. Görevinin bir getirisi olarak eğitim-öğretim süreçlerinde teknoloji olabildiğince verimli kullanılmalıdır (Şimşek, vd., 2008).

Eğitim sistemleri çağdaş olan ölkeler; nitelikli, çağa yön veren, insan yetiştirmek için eğitim-öğretim ortamlarına teknolojik gelişmeleri dâhil etme çabasına girmişlerdir (Bozkurt, 2008). Eğitim teknolojisi; bilimsel verileri hedefler doğrultusunda gerekli yöntem ve teknikler kullanılarak araç-gereç geliştirme, ölçme ve değerdendirme gibi eğitimin olmazsa olmaz unsurları ile birleştiren, süreç içersinde çıkabilecek sorunlara çözüm üretebilen ve eğitim kalitesini yükselten sistemler bütünü olarak tanımlanabilir (Rıza, 2000; Akt. Akpınar, vd., 2005). Bu gelişimi desteklemek için araştırmacılar, teknolojiyi en üst düzeyde kullanma ve bilimin ışığında yenilikler üretme çabasındadır. Bu alandaki gelişmeler çağdaş eğitim felsefesini benimsemiş olan öğretim programlarının da temelini oluşturmaktadır. Eğitimde verimliliği hedefleyen, yaparak yaşayarak öğrenimin öneminin vurgulandığı felsefelerin ışığında yeni yöntem ve teknikler ortaya çıkmıştır (Öztürk, 2008).

Eğitim teknolojilerinin ölkemizde yaygın kullanımı; okulların teknolojik alt yapısını geliştirmek için başlatılan “Fırsatları Artırma Teknolojiyi İyileştirme Hareketi (FATİH)” projesi ile başlamıştır (Özer, vd., 2015). FATİH projesi kapsamında

bilgisayarlar ve bilgisayar sistemleri, eğitim-öğretim ortamlarında aktif olarak kullanılan bir eğitim materyali haline getirilmiştir. Bu proje ile sınıflarda bulunan akıllı tahtalar ve kullanılmakta olan tabletler sayesinde öğrenciler, zaman ve mekân tanımsızın teknolojinin sunmuş olduğu sanal sınıf ortamlarında, hem bireysel hem işbirlikli öğrenme alanlarından konuyu istedikleri kadar tekrar ederek öğrenim sağlayabilecekler ve performanslarını kayıt altına alarak değerlendirme şansına sahip olabileceklerdir (Çinici, vd., 2013).

Akkâğıt ve Tekin (2012)'e göre; eğitimde bilgisayar kullanımı ve Bilgisayar Destekli Öğretim (BDÖ) yaklaşımı öğrencilerin dikkatlerini çekmektedir ve ders motivasyonunu oldukça artırmaktadır. Fen bilimleri gibi temelinde yaparak yaşayarak öğrenmenin olduğu bir ders için eğitim teknolojileri oldukça büyük önem arz etmektedir. Bilgisayar yazılımlarının eğitim sistemlerine entegrasyonu sonucunda ortaya çıkan eğitsel içerikler, teorik bilginin yazılım üzerinden pratiğe dönüştürüldüğü en önemli eğitim teknolojisi ürünleridir.

Teknolojik ilerlemelerin fen bilimleri dersine eğitsel entegrasyonunun en belirgin göstergesi Milli Eğitim Bakanlığının (MEB) 2004-2005 öğretim yılında fen bilimleri öğretim programlarında yapmış olduğu değişikliklerle “Fen Bilgisi” dersinin adının “Fen ve Teknoloji” olarak güncellenmesidir. Fen ve teknolojinin amaçları birbirinden farklı olsa da o dönemlerde bir birini destekleyen unsurlar olduğu anlaşılmıştır (Yaman, 2022). MEB (2005)'e göre içinde bulunduğumuz çevreyi anlayarak açıklamayı hedefleyen fen bilimleri; amacı yaşamımızdaki değişiklikleri insanların istek ve ihtiyaçlarıyla yönlendirerek bu gereksinimleri karşılamayı hedefleyen teknoloji ile ortak bir tabanda birleştirilmiştir. Bu güncellemeden de anlaşılacağı gibi fen ve teknoloji yaşantımızın en önemli parçalarından biri olmuştur (Temizyürek, 2003).

2005 fen bilimleri öğretim programında karşımıza fen-teknoloji-toplum-çevre olarak bariz bir şekilde çıkan teknolojinin öneminin vurgulandığı öğrenme alanı 2013 fen bilimleri öğretim programında da önemini artırarak devam etmiştir.

2013 fen bilimleri öğretim programında fen bilimleri eğitimi, bilimsel süreç becerileri ile birlikte teknolojik okuryazarlığı da içerecek şekilde tasarlanmıştır. Öğrencilerin bilimsel kavramları anlamalarını ve bu kavramları teknolojik araçlarla uygulamalarını teşvik eden bir yaklaşım benimsenmiştir. Teknoloji, fen öğretiminin

temel bir unsuru olarak tanımlanmış, öğrencilerin bilimsel okuryazarlığını geliştirmek amacıyla teknoloji ile etkileşimli çalışmaların teşvik edilmesi vurgulanmıştır (Deveci, 2018). Öğretim süreçlerinde öğrenci merkezli yöntemlerin (örneğin, deneyler ve proje tabanlı öğrenme) kullanılması öngörülmüştür. Ancak, teknolojik araçların kullanımı daha sınırlı ve genel ifadelerle yer almıştır (Başar ve Demiral, 2019).

2015 fen bilimleri öğretim programında 2013 programından farklı olarak gelişmiş teknolojik araçlar ve STEM (Science (Fen), Technology (Teknoloji), Engineering (Mühendislik) ve Mathematics (Matematik)) kavramlarının vurgulandığı görülmüştür (MEB, 2015). Öğretim sürecinde daha fazla teknolojik kaynak ve araç kullanımına yönelik öneriler geliştirilmiştir. Bu, özellikle laboratuvar deneyleri ve simülasyonların eğitime entegrasyonu açısından önemli bir adımdır. STEM eğitimi ise; fen bilimleri derslerinde teknoloji ile mühendislik pratiklerinin nasıl birleştirilebileceğini göstermektedir. Özellikle, disiplinler arası ilişkinin eğitim sürecindeki önemi vurgulanarak öğrencilerin teknoloji ve mühendislik süreçleriyle tanışması hedeflenmiştir (Başar ve Demiral, 2019).

2018 fen bilimleri öğretim programı, teknoloji kullanımını ve STEM eğitimi odaklı bir yaklaşımı çok daha kapsamlı bir şekilde içermiştir (Deveci, 2018). Öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerini geliştirmek üzere teknoloji ile ilgili kazanımlara yoğun bir vurgu yapılmıştır. Programda, STEM etkinlikleri, ürün tasarımı ve günlük yaşam problemlerinin çözümüne yönelik teknolojik uygulamalar ön plana çıkarılmıştır. Ayrıca, teknolojinin öğretim sürecinde hem bir araç hem de içerik olarak ele alınması hedeflenmiştir. Dijital becerilerin geliştirilmesi yanı sıra, öğrencilerin bilimsel bilgi ve teknolojiyi birleştiren projeler yapabilmesi teşvik edilmiştir. Eğitimde dijital araçların aktif kullanımı daha fazla ön plana çıkmıştır (Bahar, vd., 2018). Program kapsamında öğrencilere, gerçek yaşam problemlerini çözmeye yönelik projeler ve uygulamalar sunularak teknoloji kullanımı teşvik edilmiştir. Öğrencilerin teknoloji ile ilgili sorunları tanımlayıp çözüm geliştirme becerileri desteklenmiştir. Bu programda teknoloji artık karşımıza; teknolojik yetkinlikler, dijital vatandaş kavramı, fen-mühendislik ve girişimcilik uygulamaları ile çıkmaktadır (MEB, 2018).

2024-2025 eğitim öğretim yılında ilk olarak 1, 5 ve 9. sınıflarda kullanılmaya başlanan “Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli”nde ise öğrencilerin derinlemesine öğrenmesini sağlamak amacıyla beceri odaklı ve sadeleştirilmiş bir içerik sunulmuştur. Fen bilimleri dersleri, öğrencilerin bilimsel keşif yapmalarını teşvik edecek şekilde

yeniden yapılandırılmıştır. Yeni model, modern bilim ve teknolojinin gerekliliklerine uygun bir eğitim müfredatı sunarak, öğrencilerin çağın ihtiyaçlarına cevap verebilecek bilgi ve becerilerle donatılmasını hedeflemektedir. 2018 programı, STEM entegrasyonuna odaklanırken, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli, daha geniş bir perspektifle beceri odaklı ve bilimsel keşif temelli bir yaklaşımı benimsemektedir. Her iki program teknolojinin eğitimdeki önemini vurgulasa da, yeni model, teknolojiyi sadece bir araç olarak değil, aynı zamanda eğitim sürecinin temel bir bileşeni olarak konumlandırmaktadır (MEB, 2024).

Yeni modele göre teknoloji, öğrencilere etkileşimli ve dinamik bir öğrenme ortamı sunar. Simülasyonlar, sanal laboratuvarlar ve çevrimiçi platformlar, kavramların daha iyi anlaşılmasına yardımcı olur. İnternet sayesinde öğrenciler, dünya çapındaki kaynaklara ulaşabilirler. Bu durum, araştırma yapma ve farklı kaynaklardan bilgi edinme becerilerini geliştirir. Fen bilimlerinde soyut kavramların görselleştirilmesi, öğrencilerin bilgileri daha iyi anlamalarına yardımcı olur. 3D modeller ve animasyonlar, karmaşık süreçlerin anlaşılmasını kolaylaştırır. Ayrıca öğrenciler, veri toplama, analiz etme ve sonuç çıkarma becerilerini teknolojik araçlar yardımıyla geliştirebilirler. Teknolojinin sunduğu araçlar, öğrencilere gerçek dünya sorunlarını ele alma ve çözme fırsatları sunar (MEB, 2024).

Sonuç olarak, 2005'ten bu yana fen bilimleri derslerinde kullanılan her öğretim programında, dinamikliğini koruyan ve gittikçe önemini artırmaya devam eden teknoloji kavramı; maarif modeli çerçevesinde de öğrencilerin öğrenme süreçlerini zenginleştiren, etkinleştiren ve daha modern bir eğitim anlayışı sunan kritik bir bileşendir. Tekniğin ve bilimin birleşmesi, geleceğin bilim insanlarını daha iyi hazırlamak için elzemdir (Yardımcı, 2022). Fen bilimleri öğretim programlarında da görüldüğü üzere teknoloji kavramı dinamik olan programlara entegre edilerek devam edilmiştir.

Özellikle 21. yüzyılda teknolojik araçların kullanımı oldukça yaygınlaşmaktadır. Her ne kadar teknolojinin olumsuz sonuçları göz ardı edilemese de doğru yönlendirmeler ile teknolojik araçların eğitim-öğretim amacı ile kullanımı yaygınlaştırılarak olumlu sonuçların artırılmasına yönelik çalışmalar yapılabilir. Bu gibi, teknolojiden olumlu yönde faydalanma çalışmaları hem öğrencilerin ilgisini daha çok çekecek hem de daha ulaşılabilir olduğu için öğrencilerin merak duygularını geliştirecektir (Alpar, vd., 2007).

Fen bilimleri dersinde anlamlı öğrenmeler elde etmek için yaparak yaşayarak öğrenme oldukça önemlidir. Fen kavramları, zihinde somutlaştırılması oldukça zor olan kavramlardır. Bu sebeple özellikle fen bilimlerinde laboratuvar kullanımı ön plana çıkmıştır (Seven ve Engin, 2018). Ancak fen eğitiminde hem anlamlı öğrenmeye hem de kalıcılığa etkisi bu kadar yüksek olan yaparak yaşayarak öğrenme ne yazık ki gerekli ilgiyi görememiştir (Baş, 2022). Öğretmenlerin görüşleri alındığında; ders sürelerinin yeterli olmadığı, sınıf mevcutlarının fen bilimlerinde aktif olarak kullanılması gerekli olan laboratuvar kullanımına uygun olmadığı, deney hazırlıklarının uzun sürdüğü öne sürülerek laboratuvar kullanımından kaçındıkları belirlenmiştir (Uluçınar, vd., 2004). Ancak yürürlükte olan 2018 fen bilimleri dersi öğretim programı kapsamında öğrencilerin kendilerinin aktif bir şekilde yaparak yaşayarak özellikle laboratuvar ortamlarında deneyimler kazanması hedeflenmektedir (Akgün, 2005). Öğrenme-öğretme sürecinde çıkabilecek sorunların çözümüne yönelik yapılan eğitim teknolojileri çalışmaları, tam da bu noktada devreye girmektedir. Eğitim teknolojileri uygulamalarının en güzel örnekleri fen bilimleri dersinde gözlemlenmektedir. Soyut fen kavramlarının somutlaştırılması ve fırsat eşitliği sağlayarak anlamlı öğrenmelerin artırılmasını hedefleyen sanal laboratuvarlar, eğitsel etkileşimli videolar, animasyonlar ve simülasyonlar, infografikler, dijital hikâyeler, vs. gibi eğitim teknolojileri, sistem içerisindeki problemlere bir çözüm yolu olarak geliştirilmiştir. Öğrenme ortamları ne kadar yaşamın içine entegre edilebilirse ve materyal olarak çeşitlilik gösterebilirse öğrencilerin öğrendiklerini özümsemeleri bir o kadar kolay olacaktır (Demirhan, 2012).

2020-2021 eğitim-öğretim yılında tüm dünyayı etkisi altına alan Covid-19 salgını; eğitim-öğretimin dijital ortamlara taşınmasını zorunlu kılmış ve e-öğrenme etkinlikleri ile çevrimiçi kaynakların gelişimini hızla artırmıştır (Mulenga ve Marbán, 2020). Pandemi döneminin getirdiği etkilerden en çok zarar gören alanlardan birisi olan eğitim, derslerin çevrimiçi ortamlara geçmesiyle devam ettirilmeye çalışılmıştır. MEB'in 2012 yılında kurmuş olduğu Eğitsel Bilişim Ağı (EBA)'nın kullanımı bu döneme kadar yaygın olmamakla birlikte, bu dönemin bir getirisi olarak zorunlu kullanım platformu haline gelmiştir. Bu sebeple daha önceki yıllarda içerik açısından yeterli donanımına sahip olmayan EBA, kısa zamanda birçok eğitim materyalini içerir duruma getirilmiştir. Pandemi sürecinde bireyler; zaman ve mekân sınırlaması olmadan, kişisel deneyimleri ile araştırarak ve sorgulayarak ulaştığı bilgileri kendi yaşantısıyla ilişkilendirebileceği ortamlara olan ihtiyacını eğitsel teknolojik içerikler sayesinde

karşılayabilmişlerdir (Kardaş, vd., 2014). Bu süreçte fen bilimleri eğitiminin önemli bir bileşeni olan laboratuvar eğitimi de göz ardı edilmeyerek sanal laboratuvarlar donanım ve içerik olarak geliştirilerek kullanımı yaygınlaşmıştır (Baş, 2022).

1.1. Problem Durumu

Eğitimde teknoloji hareketliliğinin bir getirisi olarak fen eğitiminde de sanal laboratuvar kullanımı artmıştır. Bu artışın sonucunda araştırmacılar bu uygulamanın etkililiği üzerine çalışmalar yapmaya yönelmişlerdir. Sanal laboratuvarlar hakkında ulusal boyutta alanyazın incelemesi yapıldığında gerek bu teknolojileri geliştirmenin mühendislik açısından ele alındığı gerekse kullanımının eğitim-öğretimdeki etkileri ve önemi açısından ele alındığı birçok çalışmanın olduğu saptanmıştır. Fen eğitiminde sanal laboratuvar kullanımı üzerine ulusal alanyazın taraması yapıldığında; akademik başarı, tutum, motivasyon vb. gibi farklı temalarda çalışmalar yapıldığı görülmüştür.

Sanal laboratuvar çalışmalarında her ne kadar farklı temalar incelenmiş olsa da araştırmaların akademik başarı kavramı üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Yapılmış olan çalışmaların örneklemelerinin öğretim kademesi açısından türlerinde ve sayıca farklılıklarına rağmen, benzer sonuçlar çıkmış olması ortak bir etkinin var olabileceği düşüncesini oluşturmuştur. Bununla ilgili alanyazın taraması yapıldığında ortak etkinin değerlendirildiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ayrıca fen eğitiminde kullanılan sanal laboratuvarlar hakkında alanyazında bir meta-analiz çalışması da bulunmamaktadır. Bu sebeplerle ortak etki büyüklüğü hakkında en objektif yorumlamalar sağlayabilen meta-analiz yöntemi ile fen bilimlerinde sanal laboratuvar kullanımının akademik başarıları üzerine etkisi incelenmiştir.

1.2. Araştırmanın Problemi

Araştırmanın problem cümlesi “Fen bilimlerinde sanal laboratuvar kullanımının akademik başarısı üzerinde etkisi var mıdır?” olarak belirlenmiştir. Bu problem çerçevesinde “Fen eğitiminde sanal laboratuvar kullanımının öğrencilerin akademik başarılarına olumlu bir etkisi var mıdır?” alt problemine de cevap aranacaktır.

1.3. Araştırmanın Amacı ve Önemi

Bu araştırmanın amacı, YÖK Ulusal Tez Merkezi’nde yayınlanmış olan yüksek lisans ve doktora tezlerinde yer alan fen eğitiminde sanal laboratuvar kullanımının akademik başarı üzerine olan etkilerinin geniş kapsamlı değerlendirilmesinin

yapılmasıdır. Elde edilen verilerden yola çıkılarak ortak etki büyüklüğü hesaplaması yapabilmek için nicel veri analiz yöntemlerinden olan meta-analiz yöntemi kullanılarak gerekli yorumlamaların yapılması amaçlanmıştır.

Teknolojinin eğitime entegrasyonu sonucunda önemi artan eğitim teknolojilerinin öğrenciler üzerinde birçok farklı etkisi bulunmaktadır. Teknolojinin olumlu etkileri göz önüne alındığında bilgisayar ortamlarının kullanıldığı öğretim yöntemlerinin kullanımı zaman içerisinde yaygınlaşmıştır. Fen bilimleri gibi yaparak yaşayarak öğrenmenin temelini oluşturduğu bir bilim dalı için, öğrenme ortamlarının sanal ortamlara taşınması önemli bir gerekliliktir. Özellikle pandemi sürecinden sonra sanal eğitim ortamları içerik ve donanım açısından geliştirilmiştir. Bu gelişimin sonucunda sanal ortamların eğitim materyali olarak kullanımı yaygınlaştırılmıştır. Bu sebeple bu alanda araştırmacıların çalışmalar yapması yaygınlaşmıştır. Alanyazın incelemesinde sanal laboratuvarlar hakkında çalışmalar yapmış birçok araştırmacıya rastlanmıştır. Bu araştırmalar hem konu alanı hem de örneklemeleri açısından farklılık göstermektedir. Sanal ortamların etkisinin ortak bir değerlendirmesinin yapılması içerisinde bulunduğumuz teknoloji çağı için büyük önem arz etmektedir.

Türkiye’de bu konuda yapılmış bir meta-analiz çalışması bulunmamaktadır. Yapılan çalışma hem alandaki bu boşluğu tamamlama açısından hem de önceki çalışmaların sonuçlarını bir araya getirip genel bir bakış açısı oluşturma konusunda olanak sağlayacağı için büyük önem arz etmektedir. Ayrıca meta-analiz yöntemi eğitim alanında yeni yeni kullanılmaya başlayan bir yöntemdir. Bu sebeple eğitimde meta-analiz çalışmalarına çok sık rastlanmamaktadır. Yapılan bu çalışma, eğitim alanında meta-analiz yöntemi kullanılarak bir araştırma yapmak isteyen araştırmacılara da yol gösterici niteliktedir. Ayrıca olası sonuçlar doğrultusunda eğitim teknolojilerinin içerik olarak geliştirilmesi ve kullanımının yaygınlaştırılması konusunda da alana önemli farkındalıklar sağlayabilecektir. Çalışmalardan elde edilen istatistiksel sonuçlar alana yön verebilecek nitelikte olduğu için, çıkabilecek sonuçlar doğrultusunda yapılan çalışma, alan gelişimine katkı açısından da önemli olacaktır.

1.4. Araştırmanın Sınırlılıkları

1. Dâhil edilen deneysel çalışmaların etki büyüklüğü hesaplaması yapılabilmesi için yeterli istatistiksel verilere (örneklem büyüklüğü, ortalama, standart sapma) sahip olması gerekmektedir.

1.5. Araştırmanın Sayıtları

1. Mevcut çalışmada, araştırmaya dâhil edilen çalışmalarda kullanılan ölçme araçlarının güvenilirlik ve geçerlik açısından uygun kriterlere sahip olduğu kabul edilmiştir.

2. Mevcut çalışmada, araştırmaya dâhil edilen çalışmalarda yanlılık yapılmadığı kabul edilmiştir.

3. Mevcut çalışmada, araştırmaya dâhil edilen çalışmalar için kalite kontrol analizleri yapılmamış, çalışmalar için bu analizlerin olumlu sonuçlar verdiği kabul edilmiştir.

1.6. Tanımlar

Eğitim teknolojisi: Eğitim süreçlerini iyileştirmek, öğrenme ve öğretme deneyimlerini daha etkili hale getirmek için kullanılan teknoloji araçları, yazılımlar, materyaller ve yöntemlerin tümünü ifade eder. Eğitim teknolojisi, öğretmenlerin ve öğrencilerin daha verimli, etkileşimli ve erişilebilir bir şekilde öğrenmesini sağlamak amacıyla dijital ve fiziksel araçları içerir.

Gerçek (geleneksel) laboratuvar: Öğrencilere, araştırmacılara veya profesyonellere belirli bir bilimsel veya teknik konu hakkında deneyler yapma, gözlemler gerçekleştirme ve teorileri pratikte test etme fırsatı sunan fiziksel bir ortamdır. Bu tür laboratuvarlar, eğitim ve araştırma için donanımlı olup, bilimsel bilgilerin ve becerilerin geliştirilmesi için kullanılan çeşitli araçlar, ekipmanlar ve materyaller içerir.

Sanal laboratuvar: Fiziksel bir laboratuvar ortamının dijital bir versiyonudur. Öğrenciler, araştırmacılar veya kullanıcılar, gerçek bir laboratuvarda yapılabilecek deneyleri ve gözlemleri sanal ortamda gerçekleştirebilirler. Sanal laboratuvarlar, genellikle bilgisayarlar, internet ve simülasyon yazılımları aracılığıyla erişilebilen çevrimiçi platformlar veya uygulamalar olarak kullanılır.

Meta-analiz: Daha önce yapılmış bağımsız araştırmaların sonuçlarını birleştirerek, belirli bir konu veya hipotez hakkında daha güçlü ve güvenilir bir genel sonuç elde etmeyi amaçlayan istatistiksel bir analiz yöntemidir. Yani, farklı çalışmalarda elde edilen veriler bir araya getirilerek, bunlar üzerinde daha kapsamlı ve sağlam bir değerlendirme yapılır.

Çevrim içi öğrenme (Online öğrenme): İnternet üzerinden yapılan eğitim ve öğretim süreçlerini ifade eder. Bu öğrenme şekli, fiziksel bir sınıf ortamına veya yüz yüze

etkileşime gerek olmadan, öğrencilerin ve öğretmenlerin dijital platformlar aracılığıyla birbirleriyle etkileşimde bulunmasını sağlar. Çevrim içi öğrenme, teknoloji ve internetin sunduğu olanaklar sayesinde öğrencilerin eğitim materyallerine ve kaynaklara istedikleri yerden ve zamanda erişebilmesini mümkün kılar.



BÖLÜM II

KURAMSAL BİLGİLER VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1. Kuramsal Bilgiler

2.1.1. Fen Bilimleri

İnsan ırkının ortaya çıkmasıyla birlikte insanlar çevresiyle etkileşim içinde temel yaşamsal ihtiyaçlarını giderecek kaynakları bulma, yaşamlarını kolaylaştırmaya yönelik çözüm yolları üretme, çevrelerindeki varlıkları ve olayları keşfetme sürecine girmişlerdir. Böylece insanlar çevresinde gerçekleşmekte olan olayları nedensel bakış açısı ile değerlendirmeye başlamışlardır. İlk insanlar edindikleri bu bilgi ve beceriler sayesinde kendilerince birçok materyal geliştirmiş ve bunları bir sonraki nesillere aktarmışlardır. Böylece bireyler arasında bilgi alışverişi başlamıştır. Zaman içerisinde, çıkabilecek olası problemlere karşı bilinçli ve planlı araştırmaların yapılması süreci başlamış ve bu araştırmalar birbirini destekler nitelikte bir bilgi birikimi oluşturmuştur. Bu da bilimin ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Bilim, evrendeki olay ve varlıkları bilimsel yöntemler kullanarak, sistematik bilgi birikimine dayandırıp genellemeler ve ilkeler bulma, gelecekteki olası problemleri tahmin edebilme ve evreni anlama çabaları olarak değerlendirilebilir. İnsanların bilgi birikimleri ve zaman içerisinde ihtiyaçları arttıkça bilim çeşitli alt dallara ayrılmıştır. Bu sınıflandırma şu şekildedir (Özmen ve Yiğit, 2005):

1. Fen bilimleri
2. Sosyal bilimler
3. Sağlık bilimleri
4. Eğitim bilimleri

Doğadaki olguları inceleme, açıklama, olaylara ilişkin genellemeler yapma, ortaya çıkan sebepleri bilimsel yasalara dayandırarak açıklama, bu yasalar doğrultusunda gelecekte gerçekleşmesi muhtemel olayları kestirme olanağı veren, gözlem ve deneye dayalı akademik disiplinler grubuna fen bilimleri denir. Bu tanımdan

da anlaşılacağı gibi fen bilimleri insanoğlunun doğayı anlama çabalarının bir ürünüdür (Kaptan, 1998).

Fen bilimleri; fizik, kimya, jeoloji, astronomi gibi cansız doğayı inceleyen disiplinler ile biyoloji, botanik, zooloji, anatomi, vb. gibi canlı doğayı inceleyen disiplinlerin bir bütünü olarak tanımlanabilir. Doğal çevreyi incelemeye yönelik bir süreç ve bu sürecin ürünü olan bilgilerin sistematik birikiminin bir sonucu olan fen bilimlerinin gelişmesi için, bilimsel kuşku oluşturabilecek bir sorunun açığa çıkması gerekmektedir. Söz konusu sorunun çözüm yolu ise gözlemlerden, deney ve kontrole dayanan bilimsel süreçlerden geçmektedir. Bu temeller ölçüt olarak alındığında fen bilimleri, sürekli gelişen, değişen dinamik bir yapıdadır. Bu dinamik yapıdan kaynaklı bilginin doğruluğu test edilmiş olsa bile değişen doğa olaylarının bir etkisi olarak bilgi değişebilmektedir (Hançer, vd., 2003).

2.1.2. Fen Bilimleri Eğitimi

Bireyin çevresindeki şaşırtıcı ve bir o kadar da ilgi çekici zenginliklerin öğrenilmesi süreci olarak tanımlanabilen fen bilimleri eğitimi, bireyin ilgi ve ihtiyaçlarına göre şekillenebilen, birçok farklı yöntem ve teknik kullanılarak bireye yaratıcı düşünce becerisi kazandıran bir eğitim türüdür (Hançer, vd., 2003). Gözmen (2008)'e göre fen eğitimi; kavramların zihinde somutlaştırılmasını, yaratıcı düşünce sanatının öğretilmesini, önceki yaşantılardan esinlenerek gelecek durumlarla neden-sonuç ilişkisi kurulmasını ve olaylar arası ilişkinin incelenerek detaylı analiz yapılabilmesini temel almaktadır (Akt. Düşkün ve Ünal, 2016).

Çepni (2019)'ye göre fen eğitiminin amaçları şu şekildedir:

1. Fen bilimlerine özgü olguları, kavramları, ilkeleri, kuramları ve yasaları bilme; tarihsel olarak fen bilimleri sürecine ve benimsediği felsefelere hâkim olarak bilgiyi çözümseyebilme.
2. Doğru bilgiye ulaşabilmek için bilimsel süreç becerilerini tıpkı bir bilim adamı gibi kullanabilme.
3. Zihinsel olarak projeler yaratma, tasarlanan şeyleri zihinde hayal edebilme ve geliştirebilme, ürünleri amaçları dışında kullanabilme ve problem çözme yeteneğine sahip yaratıcı düşüncesi yüksek olma.
4. Çevreye, okula ve fen bilimlerine karşı olumlu tutumlar geliştirme ve saygı çerçevesinde toplumsal olay ve durumlara ilişkin kararlar verme.

5. Fen bilimlerinde öğrenilen bilgileri bilimsel süreçler kullanarak günlük hayata entegre edebilme.

MEB tarafından yayınlanan 2018 fen bilimleri dersi öğretim programına göre fen bilimleri dersinin asıl amacı fen okur-yazarı bireyler yetiştirmektir. MEB (2018)'e göre fen okur-yazarı birey; araştıran-sorgulayan, etkili kararlar verebilen, problem çözebilen, kendine güvenen, işbirliğine açık, etkili iletişim kurabilen, sürdürülebilir kalkınma bilinciyle yaşam boyu öğrenen; fen bilimlerine ilişkin bilgi, beceri, olumlu tutum, algı ve değere, fen bilimlerinin teknoloji-toplum-çevre ile olan ilişkisine yönelik anlayışa ve psikomotor becerilere sahiptir. Belirtilen amaçlar doğrultusunda şekillenen fen bilimleri dersi öğretim programının esas amaçları aşağıdaki gibidir:

“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. Günlük yaşam sorunlarına ilişkin sorumluluk alınmasını ve bu sorunları çözmede fen bilimlerine ilişkin bilgi, bilimsel süreç becerileri ve diğer yaşam becerilerinin kullanılmasını sağlamak,

5. Fen bilimleri ile ilgili kariyer bilinci ve girişimcilik becerilerini geliştirmek,

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. Sosyo-bilimsel 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” (MEB, 2018).

2.1.2.1. Teknoloji ve fen bilimleri eğitimi

Bireyler içinde bulundukları toplumlarda üzerlerine düşen sorumlulukları yerine getirmek için bilgiye ihtiyaç duyarlar. Zaman içerisinde elde edilmiş olan bilgiler, yeni bilgilere kaynak oluşturarak sürekli bir bilgi üretimi sağlanmaktadır. Bilginin bu denli hızlı üretimi zaman içerisinde bir yığılmaya sebep olmuş ve bilgi patlaması adıyla anılmaya başlanmıştır. Bu birikimden kaynaklı yaşamış olduğumuz çağ bilgi çağı, bu çağın gelişimine katkı sağlayan toplum ise bilgi toplumu olarak tanımlanmıştır (Polat ve Odabaş, 2008).

Yiğit (2011)'e göre; bilgi toplumunun en önemli yetkinliği teknoloji okuryazarlığıdır. 21. yüzyılda bireyler temel beceriler haricinde bilişim çağının zorunlu bir getirisi olarak; teknolojiyi doğru kullanabilmeli, teknolojik süreçleri yönetebilmeli, teknolojiyi değerlendirebilmeli ve anlamlandırabilmelidir. İşte bu yetkinliklere sahip olan birey teknoloji okuryazarı olarak tanımlanmaktadır (ITEA, 1996; Akt. Yiğit, 2011).

İnsanoğlu geçmişten günümüze öğrendiklerini bir sonraki nesillere aktararak gelmiştir. Bu aktarım bulundukları çağın olanaklarına göre sözlü, yazılı, resim aracılığıyla vb. şeklinde değişkenlik göstermiştir. Bilgi çağında, diğer bir deyişle bilişim çağında, insanlar yeni bilgileri teknoloji aracılığıyla oldukça hızlı bir şekilde birbirlerine aktarmaktadır (Taşkın 2008).

Nitelikli insan gücünü ve öğrenme-öğretme süreçlerindeki verimliliği artırmak için teknoloji ve eğitimin birbiri ile etkileşimli kullanılması gerekmektedir (Konur, vd., 2008). Eğitim teknolojisi; gerekli bilgi ve becerilerin kullanılarak eğitime, doğal olarak öğretim sürecine, yön verebilmek için, uygun ortamın ve araç-gereçlerin belirlenmesi ile birlikte, seçilecek en uygun yöntem ve tekniğin uygulanmasına olanak sağlamayı amaçlayan bir bilim dalıdır (Ekici, 2015). Başka bir deyişle teknolojik gelişmeler sonucunda ortaya çıkan ürünün eğitim ortamlarına entegrasyonu olarak da tanımlanabilir.

Özkütük ve Orgun (2001)'a göre eğitim teknolojisinin; öğrencilerin derse olan ilgisini artırdığı, öğrencileri yaratıcı düşünmeye yönlendirdiği, bilginin ilk kaynağını ulaşabilir kıldığı ve bu sebeple hem aktif öğrenmeyi sağladığı hem de öğrenmeyi kalıcılaştırdığı, öğrenmeleri somutlaştırdığı, bireysel öğrenmeleri etkin kıldığı, öğrencileri sürekli düşündürüp dinamik bir bilgi üreticisi yaptığı, farklı sınıf

düzeylerinde istenilen hedeflere ulaşmak için olanak sağladığı ve eğitimde fırsat eşitliğine önemli ölçüde katkılarının olduğu görülmektedir.

Eğitim teknolojilerinin faydaları şu şekilde özetlenebilir:

1. Zaman ve mekân kısıtlaması olmadan öğrenme ortamı sunabilmektedir.
2. Eğitim teknolojisi sayesinde bilgiye doğrudan ilk kaynaktan ulaşım sağlanabilmektedir ve böylece alan uzmanına da doğrudan ulaşım şansı sağlanabilmektedir.
3. Eğitimde fırsat eşitliğini sağlayarak, bireyin bulunduğu koşullar her ne olursa olsun eğitim alabilmesini sağlayabilmektedir.
4. Öğretmen tarafından kullanılan teknolojik materyaller derse karşı olumlu tutum geliştirmekte ve bu tutum ders başarısına da etki etmektedir.
5. Eğitim materyali olarak teknolojik alt yapı kullanımı, alan bazında ihtiyacı artırıp yenilik ve çeşitlilik süreçlerini desteklemektedir.
6. Eğitim teknolojileri öğretim sürecinde bireysel farklılıklara göre farklı yöntem teknik kullanılabilmesine imkân sağlamaktadır.
7. Derse katılımlarını artırarak öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini geliştirmesine ve yaratıcılıklarını artırmasına olanak sağlamıştır (Güvercin, 2010).

Eğitim teknolojileri öğrenme ortamlarını sınıf dışına taşıyarak esnek ve ulaşılabilir bir öğrenme anlayışı açığa çıkarmıştır. Bu süreçte en önemli görev rehber konumunda bulunan ve bilgisayar teknolojilerini aktif kullanması istenen öğretmenlere düşmektedir. Bu bağlamda içerik olarak teknoloji kullanımına en uygun ders olan fen bilimleri dersi eğitiminde, farklı öğretim teknikleri açığa çıkmıştır. Koç Ünal (2019)'a göre bunlar şu şekildedir:

1. Bilgisayar destekli öğretim,
2. Web destekli öğretim,
3. Uzaktan eğitim.

Bilgisayar destekli öğretim: Eğitim teknolojisinin bizlere sunmuş olduğu en önemli ürünlerden olan bilgisayarlar diğer teknolojik aletlere nazaran öğrenme ürünü olarak çok daha fazla imkân sunmaktadır ve bu sebeple süreç içerisinde en çok tercih edilen teknolojik materyal olmaktadır. Bilgisayar sadece öğretim aşamasında değil aynı zamanda iletişim, bilgi aktarımı, araştırma basamağı ve hem süreç öncesinde, hem süreç içerisinde ve hem de süreç sonunda yapılmak üzere farklı ölçme değerlendirme

imkânlarına kolaylıklar sunmaktadır. Bu imkânlar sebebiyle bilgisayar bir eğitim materyali olarak kullanılmaya başlanmış ve Bilgisayar Destekli Öğretim (BDÖ) yöntemi eğitim alanı içerisine girmiştir (Dinçer, 2015).

Bilişim çağı, iletişim ve teknoloji yenilikleri ile dolu bir çağdır. Bu yeniliklerden kaynaklı öğretim yöntem ve teknikleri sürekli olarak değişmektedir. Teknolojinin bu denli önemli olduğu 21. yüzyılda BDÖ gerekli ilgiyi görmüştür ve farklı disiplinlerde kullanılarak gelişim göstermiştir (Mercan, vd., 2009). Demirhan (2012)'a göre BDÖ eğitimde farklı öğretim teknikleri kullanılarak öğrenme-öğretme süreçlerinin kalitesini artırmak için öğretmenlerin eğitim teknolojisinin vazgeçilmez unsuru olan bilgisayardan yararlanma sürecidir.

Teknolojideki gelişmeler ihtiyaçlar doğrultusunda şekillenmektedir. Bilgisayarların da eğitim materyali olarak kullanılması için gerekli yazılımlar açısından donanımlı olması gerekmektedir. BDÖ'nün kullanımının yaygınlaşma hızının artması ile birlikte eğitim yazılımlarının da geliştirilme hızı aynı doğrultuda artmıştır (Mutlu, vd., 2002).

Bilgisayarların eğitim alanındaki kullanımı öğretim sürecinde ortaya çıkan birçok probleme çözüm olmuştur. Öğretim programlarının içerik yoğunluğu, öğretmen sayısındaki yetersizlik ve bunun bir sonucu olarak öğrenci-öğretmen iletişiminin zarar görmesi ve ayrıca bireysel farklılıklar dikkate alınmaksızın eğitim veriliyor olması sebebiyle, öğrencilerin problem çözme becerileri ve yaratıcı düşünme yeteneklerindeki verimliliğini oldukça düşürmektedir. BDÖ'nün bir öğretim materyali olarak alanyazına girmesi ise davranışçı öğrenme kuramının kurucusu Skinner tarafından gerçekleştirilmiştir (Dinçer ve Güçlü, 2013).

Web destekli öğretim: E-öğrenme olarak da ifade edilebilen, bilgisayar destekli öğretim ile internet ağının birleştirilmesi sonucunda internet kullanımının artması ile popülerliği artan öğretim şeklidir. Web destekli öğretim bireylere, okul ortamı gerektirmeksizin istedikleri zaman ulaşabilecekleri bir eğitim materyali sunarak eğitimi kalıplaşmış yapılardan çıkarıp daha özgür bir yapıya büründürmüştür (İnce ve Kutlu, 2014).

Eğitsel amaçlı kullanılacak web sayfaları derslerin içeriğine uygun birçok eğitim materyali geliştirmiş ve bütün derslerde uygulanabilecek gerekli alt yapıları oluşturmuştur. Web tabanlı sistemlerdeki bu yapılanma ve bu yapılanmanın eğitimdeki

yadsınamaz faydaları göz önüne alınarak kullanımı, zaman içerisinde yaygınlaşmış olup günümüzde eğitimin ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir (Ünal, 2017).

Uzaktan eğitim: Uzaktan eğitim, öğretmen ve öğrencinin yarı zamanlı veya tam zamanlı olarak farklı ortamlarda bulunmasına rağmen eğitimin ortamsal farklılıklara bakmaksızın öğretmen ve öğrenciyi buluşturma şeklidir. Kısacası uzaktan eğitim, zaman mekân farketmeksizin öğrenme-öğretme süreçlerinin sınıf dışına taşınması durumudur (İşman, 2022). 2020-2021 Covid 19 salgınının bir sonucu olarak geleneksel yüz-yüze eğitime zorunlu olarak verilen ara nedeniyle dünyada önemi ve kullanımı artan bir eğitim türüdür.

2.1.2.2. Fen bilimleri eğitiminde laboratuvarın rolü

Laboratuvar, öğrenilmek istenilen konu ve kavramların, deneyler ve analizler yolu ile gerekli araç-gereç donanımına sahip ortamlarda öğrenilmesine olanak sağlayan mekânlara verilen addır. Laboratuvarlar, çağdaş bilimin gelişimi ile paralel olarak eğitim-öğretim sürecinde bilimsel yöntemlere verilen önemin artmasıyla eğitim ortamlarına girmeye başlamıştır (Çepni, 2019).

Temel amaçlarından birisi alanına özgü konu ve kavramların, anlamlı ve kalıcı öğrenilmesinin sağlanması olan fen bilimleri dersinin içeriğinde çok fazla soyut kavram bulunmaktadır. İçerik olarak birçok soyut kavram bulunduran fen bilimleri dersi bu kavramların anlamlandırılabilmesi için yaparak-yaşayarak öğrenmelerin çoğunlukta olduğu etkinlikler ile işlenmelidir (Yiğit ve Akdeniz, 2003). Teorik olarak öğrendikleri bilgilerin, uygulamalı olarak yapıldığını gözlemleyerek ya da daha çok uygulamaları kendileri yaparak yeni deneyimler elde etmek öğrencilerin hem bilime ilgilerini artıracak hem de teorik olarak öğrendikleri soyut kavramların zihinlerinde somutlaştırılmasına olanak sağlayarak anlamlı öğrenmeler sonucu yaşamlarının sonraki süreçlerinde hatırlanmasını kolaylaştıracaktır (Özmen ve Yiğit, 2005).

“Duyarsam unuturum, görürsem hatırlarım, yaparsam öğrenirim” cümlesinden hareketle laboratuvar uygulamaları özellikle fen bilimleri dersi öğretiminde tercih edilmesi gereken en önemli yöntemlerden birisidir. Hofstein (2004)’e göre laboratuvar kullanımı öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini geliştirmekte ve problem çözme aşamasında bilimsel süreç becerilerini kullanarak sorgulayıcı bir bakış açısı geliştirmelerine oldukça etki etmektedir. Ayrıca öğrencileri işbirliğine yönlendirerek sosyal ilişkilerini de güçlendirmektedir.

Fen eğitiminde laboratuvar kullanımının; bilimsel bilginin kaynağını ve nedenini anlayabilmede, olası problemlerin sebeplerini bulabilmede ve bu problemlere alternatif çözüm yolları üretebilmede, gündelik yaşantı içerisinde standartlaşmış doğa olaylarını eleştirel bir bakış açısıyla inceleyebilmede, bireylerin bilimsel süreç becerilerinin gelişiminde, olmuş ya da olmakta olan olaylar arasında genelleme yapma ve durumları analiz etme konusunda, bilgileri neden-sonuç ilişkisine göre irdedelediği için bir sıra halinde sunmada, teorileri sınayarak değişebileceği kanısına varmada ve bilim dünyasına yenilikler katabilecek yetkinliklere sahip olma konusundaki gerekli olumlu tutumlara ulaşabilmesinde etkili olduğu bilinmektedir (Çepni, 2019).

Fen bilimleri, içerisinde farklı disiplinler barındıran bir bilim dalıdır. Fen bilimlerinin hiçbir alt disiplini deneyler ve deneylerin bir getirisi olarak laboratuvar destekli öğretim yöntemi kullanılmadan etkili öğrenme sağlayamaz (Seven ve Engin, 2018). Ancak laboratuvar kullanımı, her öğrenciye bireysel olarak deney yapma olasılığı sağlayamama, deneylerde kullanılacak gerekli araç-gereçlerin eksikliği, uygulama zamanının kısıtlı olması ve bu zamanın yetersiz olması sebepleri ile öğrenme-öğretme süreçlerinde gerekli değeri görememiştir. Ayrıca, uygulama yaptıracak öğretmenin gerekli yetkinliklere sahip olmaması da laboratuvar kullanımının tercih edilmemesinin önemli sebepleri arasındadır (Ürey ve Aydın, 2014).

Gürses ve arkadaşları (2003)'na göre fen bilimleri öğretmenin sınıf içerisindeki sürekli konuyu anlatan, otoriter, dersi not tutturma üzerine konumlandırırmış, öğretme sürecinin merkezinde olan konumu; öğrenme-öğretme süreçlerine rehber olarak, sorular ile doğru bilgiye ulaşılmasını sağlayan, öğrencileri araştırma ve sorgulamaya yönlendiren, önceki durumlarına göre sınıf içerisinde daha pasif olduğu bir konuma gelmiştir (Akt. Uluçınar, vd., 2004). Bu sebepler doğrultusunda fen bilimleri öğretmen adaylarının eğitimi çok önemlidir. Fen bilgisi öğretmenlerinin laboratuvar kullanımı hakkında gerekli donanımına sahip olması için lisans eğitimleri boyunca laboratuvarlar etkin bir şekilde kullanılmalıdır (Ürey ve Aydın, 2014). Ayrıca Nakipoğlu ve Sarıkaya (2000)'ya göre lisans eğitiminde verilen laboratuvar dersleri yeterli olmayıp, öğretim programlarının içerisinde yer alan deneylerin uygulanmasına yönelik de bir ders olması gerekmektedir (Akt. Kılıç Mocan, vd., 2015). Bu durumun bir getirisi olarak da zaman içerisinde laboratuvar uygulama alanlarında farklılıklar geliştirilerek çağın gerisinde kalınmamalıdır (Ürey ve Aydın, 2014).

2.1.2.3. Fen bilimleri eğitimde laboratuvar türleri

Fen bilgisi eğitiminde anlamlı öğrenmeler sağlanabilmesi için birçok çeşitli yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden birisi olan laboratuvar yönteminin ülkemizde eğitim alanında kullanımı 1950'li yıllara dayanmaktadır. Laboratuvar yöntemini ilk olarak fen bilimleri derslerinde geleneksel laboratuvar deneyleri ile başlamıştır. Bu dönemde laboratuvarlar daha çok teorik olarak öğrenilen bilgilerin pratik olarak uygulaması temeline dayanmaktadır (Aydoğdu, 2018).

1990'lı yıllarda bilgisayar destekli eğitim uygulamalarının ortaya çıkmaya başlaması ile birlikte laboratuvarlarda eğitim teknolojileri kapsamında dönüşüme uğramıştır (Dinçer, 2015). Bu bağlamda ortaya çıkan ilk sanal laboratuvar uygulamaları, üniversitelerde bilgisayar bilimleri eğitimi gibi bazı alanlarda denemelerle başlamıştır (Tekbıyık, vd., 2008).

Fen bilimleri eğitimde zaman içerisinde meydana gelen gelişmeler doğrultusunda laboratuvarlar da bu gelişim sonucu çeşitlenmeye ve çağa uygun olmaya başlamışlardır. Wuttke ve diğerleri (2005)'ne göre deney amaçlarına göre laboratuvarlar iki grup halinde sınıflandırılmıştır (Akt. Koç Ünal, 2019). Bunlar;

1. Gerçek (geleneksel) laboratuvarlar
2. Sanal laboratuvarlardır.

Fen bilimleri eğitiminde gerçek (geleneksel) laboratuvarlar: Gerçek (geleneksel) laboratuvarlar, fen bilimleri deneylerinin yüz yüze yapılabileceği gerekli araç-gereçleri bulunduran mekânlara denir (Bozkurt ve Sarıkoç, 2008).

Geleneksel laboratuvarlar öğrencilerin deney ve etkinliklere aktif bir katılım göstermesiyle gerçekleşen yöntemdir. Öğrenciler aktif bir şekilde öğretmenlerin etkinlik ve deneyleri yaptığı laboratuvar ortamında bulunurlar (Bayır, 2023). Yüz yüze katılımı ile gerçekleşen bu uygulamanın öğrencilerin öğrenme düzeylerine, büyük katkı sağladığı ve bu sebeple derse karşı olumlu tutum sergiledikleri görülmüştür (Akgün, 2008; Alper Uçar, 2008; Böyük vd., 2010; Kozcu, 2006; Sarıoğlu vd., 2020; Yavuz ve Akçay, 2017).

Her öğretim yönteminde olduğu gibi laboratuvar yöntemi de içerisinde birçok avantaj ve sınırlılık barındırır. Bunlar Tablo 2.1'de verilmiştir.

Tablo 2.1

Geleneksel Laboratuvarların Avantajları ve Sınırlılıkları

Avantajları	Sınırlılıkları
Öğrencilerin ders motivasyonları artar.	Öğrenci sayılarındaki fazlalık sebebiyle her öğrencinin bireysel çalışma olanağına sahip olması zordur.
Öğrencilerin deneyler yaparak aktif öğrenim sağladıkları kazanımları farklı disiplinlere aktarması kolaylaşır.	Uygulanan ders programları içerik yoğunluğu sebebiyle laboratuvar uygulamalarına olanak tanımamaktadır.
Yaparak-yaşayarak öğrenim sağlandığı için bilgilerin kalıcılığı artar.	Okullarda bulunan laboratuvarlar araç-gereç bakımından yeterli donanımına sahip değildir.
Öğrenciler süreçte aktif rol oynar.	Deneyler çoğunlukla tek bir sefer yapılabilmektedir, tekrar yapılabilecek imkânlar yoktur.
Ezbere dayalı öğretim yerine araştırma-sorgulamaya yönelik öğretim yaklaşımı benimsenir.	Laboratuvar malzemelerinin pahalı olması temin edilmesi açısından sıkıntılar yaşanmasına sebep olmaktadır.
Günlük hayatta çıkabilecek muhtemel sorunlar ile öğrendikleri teorik bilgiler arasında bağlantı kurulmasını sağlar.	Kendini bilgi ve beceri konusunda yetersiz gören öğrencilerin katılma isteği az olabilir.
Merak duygusunu geliştirerek eleştirel bakış açısı kazandırır.	Öğretmenler laboratuvar kullanımında yeterli bilgi ve tecrübeye sahip olamayabilir.
Birden fazla duyu organının kullanılmasına olanak sağlayarak anlamlı ve kalıcı öğrenmeler sağlar.	Yapılan deneylerdeki sebep-sonuç ilişkisinden ziyade, deney sürecindeki uygulamalar dikkate alınıp yorumlanabilir.
Bilimsel bilginin belli bir sıraya dayalı kurallar ile açığa çıktığını tecrübe ederek öğrenir.	Deneyler konu ve kavramları öğrenmek amaçlı yapılmaktan ziyade, gösteri deneylerine dönebilir.
Sorumluluk alma bilinci geliştirerek bireysel farkındalık yaratır.	Laboratuvarlarda bulunan birçok kimyasal öğrenciler tarafından doğru kullanılmayıp sağlığa zarar verecek bir güvenlik problemine yol açabilir.
İşbirlikli öğrenme ortamları sunarak sosyal iletişim becerilerini geliştirir.	Öğretmenler her öğrenci ile bireysel olarak ilgilenemeyeceği için araç-gereçlere zarar verilebilir.
Yapılan hatalara anında dönüt düzeltme verilmesine olanak tanır.	Laboratuvar zaman açısından ekonomik olmadığı için müfredat yetiştirilemeyebilir.

(Baş, 2022; İçelli, vd., 2007; Taşkın, 2008).

Fen bilimleri eğitiminde sanal laboratuvarlar: Sanal laboratuvarlar, fen bilimleri gibi öğrenme-öğretme süreçlerinde deneylerin önemli olduğu dersler için geleneksel laboratuvar ortamlarındaki yetersizlikleri gidererek, öğrencilere istedikleri zamanlarda

mekân farketmeksizin deney yapabilme olanağı sunan, teknolojinin olanaklarından yararlanılabilecek ortamların yaratılmış olduğu yazılım ürünleridir (Kaba, 2012).

Teknolojideki hızlı gelişim, eğitim alanında bazı reformların yapılmasına ve eğitim sorunlarının çözümüne imkân tanımıştır. Fen bilimleri eğitimcilerine göre, laboratuvar etkinlikleri sayesinde öğrenme daha nitelikli olarak gerçekleşir. Ancak, okullardaki fiziki imkânlardaki eksiklikler nedeniyle bazı deney ve etkinliklerin yapılamaması veya laboratuvar malzemelerinin maliyetinin yüksek olması gibi nedenlerden dolayı birtakım deneyler gerçekleştirilememektedir. Bu sebeple, yeni, ucuz ve öğretimi kolaylaştırıcı alternatif olarak sanal laboratuvarlar kullanılabilir (Çankaya ve Girgin, 2023).

Geleneksel laboratuvarların sınırlılıkları göz önüne alındığında bir eğitim materyali olarak bu sınırlılıkları gidermek için fen eğitimi alanına katkısı büyük olan sanal laboratuvarlar, gerçek laboratuvar ortamlarının aksine eğitimde fırsat eşitliği sağlayan etkileşimli öğrenme ortamlarıdır (Yavuz, 2022). Alan yazın incelemeleri sonucunda ulaşılan sanal laboratuvar tanımlamaları genel olarak değerlendirildiğinde sanal laboratuvar; gerçek laboratuvarlarda yapılamayan zorlu ve tehlikeli deneylere olanak sağlayan, deney hazırlık süreleri göz önüne alındığında zaman bakımından ekonomiklik sağlayan, öğretmenlerin deney yapım aşamalarındaki yetersizliklerini gideren, gerçek laboratuvarlardaki malzeme yetersizlikleri veya birçok okulda laboratuvarların bulunmaması sebebi ile yapılamayan deneylerin yapılabileceği bir ortam sunan teknolojik olanakların eğitimsel bütünleştirildiği ortamlardır (Baş, 2022; Bozkurt, 2008; Duman ve Avcı, 2016; Yavuz, 2022).

Sanal laboratuvarların öğrencilerin tutumları üzerindeki etkisini inceleyen araştırmalar, farklı sonuçlar ortaya koymaktadır. Örneğin, Pınar ve Dönel Akgül (2021)'ün çalışmasında, sanal ve geleneksel laboratuvar uygulamalarının 7. sınıf öğrencilerinin fen dersine yönelik tutum ve motivasyonları üzerinde anlamlı bir fark yaratmadığı bulunmuştur. Her iki grup da benzer tutum ve motivasyon seviyeleri sergilemiştir. Buna karşılık, başka araştırmalarda, sanal laboratuvar deneyimlerinin öğrencilerin fen bilimlerine yönelik tutumlarında ve motivasyonlarında olumlu etkiler yarattığı tespit edilmiştir (Baş, 2022; Büyükkara, 2011; Doğan, 2024; Kapıcı, 2021; Tumru, 2023; Tuna, 2023; Tüter, 2024).

Geleneksel laboratuvar uygulamalarında olduğu gibi sanal laboratuvar uygulamalarının da birçok avantajları ve sınırlılıkları vardır. Bunlar Tablo 2.2’de verilmiştir.

Tablo 2.2

Sanal Laboratuvar Uygulamalarının Avantajları ve Sınırlılıkları

Avantajları	Sınırlılıkları
Sanal laboratuvarlar, deney malzemelerine ihtiyaç duymadığı için maliyet açısından gerçek laboratuvarlara nazaran daha ekonomiktir.	Her konu ve kazanımda gerekli deney düzeneklerini kuramayabilir.
Deneyleri tekrar etme olanağı sunarak tam öğrenmeye ve anlaşılabilirliğe katkı sunar.	Simülasyonlarda yazılımsal hatalar oluşabilir.
Bilgisayar, telefon, tablet vb. teknolojik aletlerin olduğu her ortamda kullanılabilme imkânına sahiptir.	Öğrencilerin laboratuvar araç-gereçlerini ve sarf malzemeleri tanıma özelliklerine gerekli katkıyı sağlayamayabilir.
Deney raporunu sanal ortamda sunarak zaman kaybını önler.	Deney aşamasındaki birçok görevi yazılım üstlendiği için öğrencilerde bilimsel araştırma yapma disiplini oluşmayabilir.
Deney malzemeleri ile doğrudan etkileşimi engelleyerek güvenli bir ortam sunar.	Öğrenciler bedensel olarak aktif katılım gösteremediği için, el becerilerine katkı sağlayamayabilir.
Geri bildirim mekanizmaları ile öğrencilere destek olur.	Ortamda öğretmenden ziyade aktif olan yazılım olduğu için sorularına anında cevap alamayabilir.

(Bozkurt, 2008; Çinici, vd., 2013; Günlü, 2019; Koç Ünal, 2019; Yavuz, 2022).

Türkiye’de sanal laboratuvar uygulamaları, eğitimde dijital dönüşüm ile birlikte önemli bir yer kazanmıştır. Bu uygulamalar, özellikle COVID-19 pandemisi sürecinde uzaktan eğitime geçişle beraber daha da yaygın hale gelmiştir. Bu uygulamalar, kullanıcıların çeşitli deneyleri sanal ortamda gerçekleştirebileceği interaktif araçlar sunmaktadır (Özcan, vd., 2021).

Fen bilimleri eğitimde birçok sanal laboratuvar programları kullanılmaktadır. Bunlar Tablo 2.3’de verilmiştir.

Tablo 2.3

Fen Bilimleri Eğitimde Kullanılan Sanal Laboratuvar Uygulamaları

Uygulama Adı	Uygulama İçeriği
Phet	Fen bilimlerinin birçok alanında etkileşimli sanal deney ortamları ve simülasyonlara ulaşım sağlayabilmeye olanak tanır.
Stellarium	Ücretsiz erişim sağlanabilen, astronomi eğitiminde yıldız ve gezegenlerin yapı ve hareket bakımından incelenebileceği simülasyonlara sahip bir yazılımdır.
Starry Night	Gökyüzünde bulunan yıldızların, gezegenlerin, takımyıldızlarının hareketlerini, hızlarını vb. özelliklerini gözlemleyebileceğimiz ve gözlemlemek istediğimiz alanda ölçeklendirme yapabileceğimiz, MÖ 4713 ile MS 9999 yılları arasındaki gökyüzü hakkında bilgi veren bir yazılımdır.
Celestia	Evrenin bilinen kısmını 3D olarak sunan, evreni oluşturan galaksileri, yıldızları, gezegenleri vs. sanal bir uzay aracı vasıtasıyla gözleme olanağı sunan bir yazılımdır.
Chemlab	Mc Master Üniversitesi tarafından özellikle kimya deneylerinin yapılmasına yönelik olarak hazırlanmış simülasyon programıdır.
Solar Model	Güneş sisteminin detaylı incelenebilmesine ortam sağlayan ve Güneş sisteminde bulunan bir gök cisminin özelliklerine detaylı ulaşım sağlanabilecek bir yazılımdır.
Yenka	Fen bilimleri ile ilgili deneyler yapılabilen ayrıca deney modellemelere yönelik bilgisayar programlarının olduğu bir yazılımdır.
Virtual Labs	Gerek fen bilimlerinde gerekse mühendislik alanında birçok laboratuvar uygulamasına ulaşım sağlanabilen bir yazılımdır.
Primal Pictures	İnsan anatomisinin 3D olarak verildiği bir yazılımdır.
Eğitim BilişimAğı (EBA)	Öğretmen ile öğrenci arasındaki bilgi akışını artırmak ve teknolojinin yararlılıklarını etkin kullanabilmek için MEB tarafından kullanılan bir sanal platformdur.
Morpa Kampüs	Öğretmenlere ve öğrencilere öğrenme-öğretme sürecinde yardımcı materyal olmak için hazırlanmış bir platformdur.
Okulistik	Eğitim sürecinde, konu anlatımlarına, etkileşimli videolara, etkinliklere, ölçme değerlendirme materyallerine ulaşım sağlanabilecek bir platformdur.
YÖK SAN LAB	Uzaktan eğitim veren üniversitelerde fizik ve kimya dersi alan öğrencilerin, laboratuvar derslerini sanal olarak gerçekleştirmelerini sağlamak için hazırlanmıştır.

(Baş, 2022).

2.2. İlgili Araştırmalar

Bu bölümde fen eğitimi alanında eğitim teknolojileri genelinde kullanılan yöntemlerin incelenmiş olduğu meta-analiz çalışmaları özetlenecektir.

2.2.1. Yurt İçinde Yapılan Araştırmalar

Demirtaş Yıldız (2014), “Fen eğitiminde laboratuvar destekli öğretim yönteminin öğrenci başarısı üzerindeki etkisinin meta analiz ile incelenmesi” adlı yüksek lisans tezinde, Türkiye’de 2000-2012 yılları arasında yapılmış 30 çalışmaya meta-analiz uygulanmıştır. Uygulama sonucunda laboratuvar destekli öğretim yönteminin öğrenci başarısı üzerine muazzam düzeyde bir etkisi olduğu belirtilmiştir.

Durak Men (2018), “Web tabanlı öğretimin fen başarısı ve fen dersine yönelik tutuma etkisi: Bir meta analiz çalışması” adlı yüksek lisans tezinde 2007-2017 yılları arasında yayınlanmış 32 çalışmaya akademik başarı açısından ve 25 çalışmaya fen dersine yönelik tutum açısından meta-analiz uygulanmıştır. Uygulama sonuçlarına göre web tabanlı öğretimin fen başarısı üzerinde geniş düzeyde etkiye sahip olduğu, fen dersine yönelik tutum üzerinde de orta düzey bir etkiye sahip olduğu belirtilmiştir.

Cansever (2022) “Fen eğitiminde laboratuvar destekli öğretimin öğrencilerin akademik başarı, tutum ve bilimsel süreç becerilerine etkisi: Bir meta-analiz çalışması” adlı yüksek lisans tezinde; 2010-2021 yılları arasında yapılan; 31 akademik başarı, 21 fen dersine yönelik tutum ve 10 bilimsel süreç becerilerinin araştırıldığı çalışmalara meta-analiz uygulamıştır. Bu uygulamalar sonucunda; fen eğitiminde laboratuvar destekli öğretimin öğrencilerin akademik başarıları ve bilimsel süreç becerileri üzerine geniş düzey etkisi olmakla birlikte, tutumları üzerine orta düzey bir etkisinin olduğu belirlenmiştir.

Aktaş (2022), “Fen eğitiminde dijital öyküleme yöntemi kullanımının öğrencilerin akademik başarısına etkisi: Bir meta-analiz çalışması” adlı yüksek lisans tezinde 2012-2022 yılları arasında yayınlanmış 19 çalışmaya meta-analiz uygulamıştır. Analiz sonucunda fen eğitiminde dijital öyküleme yöntemi kullanımının öğrencilerin akademik başarısını çok geniş düzeyde olumlu etkilediği sonucuna ulaşmıştır.

Boz (2023), Gümüş (2022), Demir (2022), Kundakçı (2021), Değerli (2021), Ademoğlu (2021) çalışmalarında STEM etkinliklerinin fen bilimleri üzerine etkililiğinin incelendiği çalışmalara meta-analiz uygulamışlardır. Her araştırmacı analizleri

sonucunda benzer sonuçlara ulaşmıştır. Ulaşılan sonuçlar doğrultusunda fen eğitiminde STEM etkinlikleri pek çok değişken (akademik başarı, tutum, kalıcılık vb.) açısından değerlendirildiğinde de pozitif yönde etkilemektedir. Araştırmaların hepsi fen eğitiminde STEM etkinliklerinin artırılmasını önermektedir.

Özaşkın Aslan (2023), “Fen bilgisi öğretiminde genişletilmiş gerçeklik uygulamalarının etkililiği üzerine bir meta-analiz çalışması” adlı doktora tezinde; 2000-2021 yılları arasında yapılmış; sanal gerçeklikle ilgili 98 yayına, artırılmış gerçeklikle ilgili 94 yayına ve karma gerçeklikle ilgili 26 yayına meta-analiz uygulanmıştır. Bu uygulama sonucunda sanal ve artırılmış gerçekliğin fen başarısı üzerinde orta etkiye, karma gerçekliğin fen başarısı üzerinde küçük etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bütüncül olarak bakıldığında genişletilmiş gerçekliğin fen başarısı üzerindeki genel etkisinin orta düzeyde olduğu belirtilmiştir.

Çankırılıoğlu (2023), “Bilgisayar destekli eğitimin fen bilimleri dersi akademik başarısına etkisi: Bir meta-analiz çalışması” adlı yüksek lisans tezinde; 2012-2022 yılları arasında Türkiye’de yapılmış 168 çalışmaya meta-analiz uygulanmıştır. Analiz sonucunda; bilgisayar destekli eğitimin fen bilimleri dersi akademik başarısını orta düzeyde etkilediği görülmüştür.

Aktaş (2024) “Fen eğitiminde alternatif ölçme değerlendirme yaklaşımlarının etkililiği: Bir meta analiz çalışması” adlı yüksek lisans tezinde; 2000-2023 yılları arasında yapılmış ve Türkiye’de yayınlanmış 10 makale, 32 yüksek lisans tezi ve 2 doktora tezi ile yapmış olduğu meta-analiz çalışmasında fen eğitimde alternatif ölçme değerlendirme yaklaşımlarına yönelik çalışmaların ortak etki büyüklüğünün yüksek olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Karataş (2024), “Fen bilimleri eğitiminde 21. yy becerilerini odak alan STEM eğitimi üzerine yapılan çalışmaların incelenmesi” adlı yüksek lisans tezinde; 2013-2023 yılları arasında Türkiye’de yapılmış 54 çalışmaya meta-analiz uygulanmıştır. Analiz sonucunda; 21. yy becerilerinde en çok problem çözme becerisinin ve bilimsel süreç becerisinin araştırıldığını, araştırmaların sınıf düzeyi bazında daha çok 7. sınıflara yığılma gösterdiğini belirtmiştir. Yapılan meta-analiz uygulamasında bulmuş olduğu genel etki büyüklüğünün yüksek olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Ekinci Ünyeli (2024), “Türkiye’de fen eğitiminde artırılmış gerçeklik uygulamalarının akademik başarı ve kalıcılığa etkisi: Bir meta analiz çalışması” adlı

yüksek lisans tezinde; 2014-2023 yılları arasında Türkiye’de yapılmış 43 çalışmaya (36 yüksek lisans tezi, 7 doktora tezi) meta-analiz uygulanmıştır. Yapılan meta-analiz sonucunda; artırılmış gerçeklik uygulamalarının hem akademik başarı üzerine hem de kalıcılığa etkisinin yüksek olduğunu belirtmiştir.

Canbulat (2024), “Fen eğitiminde harmanlanmış öğrenmenin akademik başarıya etkisi: Bir meta-analiz çalışması” adlı yüksek lisans tezinde; 2005-2023 yılları arasında Türkiye’de yapılmış 26 çalışmaya meta-analiz uygulanmıştır. Yapılan uygulamada; fen eğitiminde harmanlanmış öğrenmenin akademik başarıya orta düzeyde pozitif bir etkisinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

2.2.2. Yurt Dışında Yapılan Araştırmalar

Backer ve Park (2011) çalışmalarında STEM konuları arasındaki bütünleştirici yaklaşımların öğrencilerin öğrenmeleri üzerine etkilerinin incelendiği 28 çalışmaya meta-analiz uygulanmıştır. Sınıf düzeylerine göre, bütünleştirici yaklaşımların etkileri ilkokul düzeyinde en büyük, üniversite düzeyinde ise en küçük etki olduğu saptanmıştır. Bütünleştirme türlerine bakıldığında, dört konunun bütünleştirilmesi olan STEM en büyük etki büyüklüğünü, mühendislik-matematik gösterirken matematik-fen-teknoloji arasındaki etkinin en küçük olduğu saptanmıştır. Ek olarak, bütünleştirici yaklaşımlarla elde edilen başarı değerlendirildiğinde, STEM ile başarısı en yüksek etki büyüklüğünün matematik başarısı olduğu saptanmıştır.

Xu ve diğerleri (2022) artırılmış gerçekliğin fen bilimleri öğrenimindeki etkinliğini araştırmak için 39 çalışmaya bir meta-analiz uygulanmıştır. Uygulanan meta-analiz sırasında; disiplinler, eğitim aşamaları, artırılmış gerçeklik türleri, görüntüleme için kullanılan cihazlar müdahale süresi, grup boyutu ve kullanılan stratejilerin gibi farklı moderatörleri de değerlendirmiştir. Analiz sonucunda genel olarak artırılmış gerçekliğin fen bilimleri öğretiminde yüksek düzeyde pozitif bir etkisi olduğu sonucuna varılmıştır. Disiplinler arasından, artırılmış gerçeklik türleri arasında anlamlı düzeyde etkiler olduğuna görülürken; eğitim aşamaları, görüntüleme cihazları, müdahale süresi, grup boyutu ve kullanılan stratejilerin ise anlamlı düzeyde etkisinin olmadığı görülmüştür.

Dong ve diğerleri (2023), mobil öğrenmenin okul çağındaki öğrencilerin zihinsel gelişimi üzerindeki etkisini incelediği meta-analiz çalışmasına 44 çalışma dâhil etmiştir.

Yaptığı analiz sonucunda mobil öğrenmenin fen bilimleri başarısını pozitif yönde ve yüksek düzeyde etkilediği sonucuna ulaşmıştır.

Abdullah ve diğerleri (2024), mobil öğrenmenin fizik eğitiminde çeşitli moderatörlerce (örneklem büyüklüğü, akademik düzey, cinsiyet, öğrenmenin gerçekleştirildiği medya türü, öğrenme modeli, ölçme aleti türü) değerlendirilerek meta-analiz yapılmıştır. Bu analiz sonucunda moderatörler düzeyinde anlamlı bir farklılaşma görülmemiştir.

Fen eğitiminde yapılan meta-analiz çalışmaları incelendiğinde konu hakkında alanyazında bulunan çalışmaların genel bir değerlendirmesini sunduğu için meta-analiz yönteminin, sistematik bilgi birikimi olarak tanımlanan bilimin ilerlemesine önemli katkılar sunacağı düşünülmektedir. Yapılan incelemelerde genel olarak fen eğitiminde eğitim teknolojileri kullanımı üzerine yapılan araştırmalar dikkate alınmıştır. Bu incelemeler sonucunda meta-analizle birleştirilmiş sonuçlar yorumlandığında genel olarak yüksek etki gözlemlenmiştir. Meta-analiz çalışmalarının değerlendirilmesinin en yararlı yönü, çalışılan örneklemelerin evrene genellemelerinin yapılabilmesine olanak sağlamasıdır. Bunun sonucu olarak teknolojinin eğitime entegrasyonu olumlu çıktılar sunmuştur yorumu yapılarak dinamik eğitim süreçlerinde de daha fazla olumlu çıktılar sunmaya devam edeceği tahmin edilmektedir.

BÖLÜM III

YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın modeli olan meta-analiz yöntemi hakkında bilgiler verilerek çalışma verilerinin toplanması ve analiz edilmesi süreçleri açıklanmıştır.

3.1. Araştırmanın Modeli

Teknolojinin eğitime entegrasyonu sonucunda fen bilimleri eğitimde kullanılmasının giderek öneminin arttığı sanal laboratuvarların, akademik başarı üzerindeki etkilerinin ortak bir değerlendirmesinin yapılması amacıyla yola çıkılan bu çalışmada önceki çalışmaların sonuçlarının bir araya getirip genel bir bakış açısı oluşturulması hedeflenmiştir. Genel bakış açısının oluşturulması bu zamana kadar yapılmış olan çalışmaların ortak değerlendirilmesi ile mümkündür. Bu sebeple, yapılan bu çalışmada genel etki büyüklüğünün hesaplanmasına olanak sunan nicel araştırma yöntemlerinden meta-analiz yöntemi kullanılmıştır. Bilimsel araştırmalarda problemlerin çözülmesinde tek bir araştırmanın ele alınması çoğu zaman problemlere çözüm üretememektedir. Bu sebeple farklı örneklerle farklı zamanlarda yapılan çalışmalar göz önüne alınmalıdır. İlgili problemle alakalı çalışılmış araştırma sonuçları birleştirilerek yorumlanabilirse daha doğru yorumlamalar yapılabilmektedir (Yılmaz, 2002).

3.1.1. Meta-Analiz Yöntemi

Bu çalışmada tercih edilen araştırma yöntemi olan meta-analizin doğru bir şekilde anlaşılması gerekmektedir. Belirli bir konuda araştırma yapılmak istendiğinde, farklı kişiler tarafından; farklı zaman ve mekânlarda, farklı örneklerde; farklı uygulamalarla birçok çeşitli sonuçlara ulaşılmaktadır. Sonuçlardaki bu çeşitlilik araştırma konusu ile ilgili kesin bir yargıya varılmasını zorlaştırmaktadır. Bu gibi sorunların çözümü olarak sistematik derlemeler ortaya çıkmıştır ve araştırılan konu ile ilgili genel bir yargı yapılabilmesine olanak sağlamıştır (Balcı ve Baydemir, 2015).

Sistemantik derleme, bir probleme çözüm bulabilmek adına belirtilen problem doğrultusunda yapılan çalışmalar için dikkatli ve kapsamlı bir alanyazın taraması yapılarak belirlenen çeşitli kriterlere göre, çalışmaların nitel ya da nicel çalışma olması fark etmeksizin çalışmalarda yer alan bulguların derlenip sentezlenerek raporlanmasıdır (Karaçam, 2013). Sistemantik derleme yapmada kullanılan en yaygın yöntem meta-analizdir (Balcı ve Baydemir, 2015).

Meta-analiz, araştırma yapılacak konu kapsamında alanyazında bulunan çalışmaların benzerlikleri veya farklılıklarının değerlendirilerek bu çalışmaların konu kapsamında etkililikleri üzerine bir kanıya varabilmek için yapılan bir analizdir (Eser, vd., 2022). Borenstein ve diğerleri (2009) meta analizi, çalışılacak olan veri setindeki sonuçların istatistiksel olarak derlenip ortak bir etki büyüklüğünün ifade edilmesi olarak tanımlamışlardır.

Meta-analiz, ilk kez 1904 yılında Karl Pearson'ın sağlık alanındaki bir konuda yapılmış bazı çalışmalardaki korelasyonları değerlendirip yorumlanması ile ortaya çıkmıştır. İlerleyen yıllarda 1931'de Tipper, 1932'de Fisher, 1933'de Pearson, 1954'te Cochran benzer çalışmalar yaparak meta-analizin temellerini atmışlardır fakat "meta-analiz" terimi bu çalışmaların hiçbirinde geçmemektedir (Akt. Aşık ve Özen, 2019).

Meta-analiz terimi ilk olarak 1950-1970 yılları arasında psikolojide ortaya atılan bir hipotezin sonucunda açığa çıkmıştır. 1950'lerde Hans Eysenck, klinik psikoloji alanında büyük bir ilgi yaratan, hastalar üzerinde psikoterapinin hiçbir etkisi olmadığı hipotezini ortaya atarak bu konuda birçok araştırmacının çalışmalar yapmasına ön ayak olmuştur. 1970'lerin ortalarına gelindiğinde psikoloji alanında gereğinden fazla çalışma birikintisi oluşmuştur. Bunun üzerine Glass, 1976 yılında alanyazındaki bu çalışma birikintisini istatistiksel olarak analiz ederek Eysenck'in hipotezine göre yorumlama yapmıştır. Glass ve Smith (1976) yapmış oldukları çalışmayı bir dergide yayınlayarak Eysenck'in hipotezini reddetmişlerdir. Glass (1976) yapmış oldukları bu çalışma yöntemine analizlerin analizi olarak tanımladığı "meta-analiz" adını vermiştir (Akt. Şen ve Yıldırım, 2020).

Glass (1976) çalışmasında bir araştırmacının verilerinin bir araya getirilmesinin üç temel aşamadan oluştuğunu söylemiştir. Bu aşamaları; belirlenen araştırma sorusuna yönelik istatistiksel yöntemlerin uygulanması olarak adlandırdığı birincil analiz, başlangıçta belirlenen araştırma sorusunu daha iyi cevaplandırabilmek ve yeni sorulara

cevaplar bulabilmek için yapılan ikincil analiz ve analizlerin analizi olarak adlandırdığı çok sayıdaki bireysel çalışmaların bulgularının birleştirilmesi temeline dayanan meta-analiz olmak üzere tanımlamıştır (Akt. Bakioğlu ve Göktaş, 2020).

Farklı araştırmacılar tarafından birçok meta-analiz tanımlamaları yapılmıştır. Cohen ve Manion (2001), bir konu hakkında yapılan çalışmaların sonuçlarının uygun şartlarda bir araya getirilmesi; Wolf (1986), bir konu hakkında yapılan çalışmaların sonuçlarının istatistiksel prosedürler sürecince birleştirilmesi; Hedges ve Olkin (1985), küçük olarak değerlendirilen çalışmaların istatistiksel olarak bazı yöntemlerle birleştirilip konu hakkında daha fazla bilgi vermesi olarak tanımlamıştır (Akt. Eser, vd., 2022).

Meta-analiz hesaplamaları tarihsel süreç içerisinde istatistiksel olarak farklı yöntemlerle ele alınmıştır. 1904 yılında Pearson'ın yaptığı çalışmalarda analiz edilen araştırmaların korelasyon katsayıları özetlenirken, Fisher (1932) ve Tippet (1931) araştırmaların p değerlerinin birleştirilmesini, daha sonra Cochran (1954) ise aritmetik ortalamaların ortalamasını alarak meta-analiz yapılmasına öne sürmüştür. Glass (1976) bu değerlerden ziyade çok daha fazla doğru yorum yapılabilecek etki büyüklüğü (effect size) değerine göre meta-analiz yorumlaması yapılması gerektiğini söylemiştir ve günümüzde de bu yöntem kullanılmaktadır (Akt. Şen ve Yıldırım, 2020).

Şen ve Yıldırım (2020) çalışmalarında, meta-analiz yöntemi ile araştırmacının birçok çalışmadan nicel sonuçlar derleyerek bu çalışmalar arasındaki genel etki hakkında analizler yapma imkânı bulacaklarını ve araştırılan konu hakkında ortaya büyük bir resim çıkarılacağını söylemiştir. Borenstein ve diğerleri (2009) de meta analiz ile genel etki büyüklüğü hesaplanması yapılabileceğini ve elde edilen bu genel etki büyüklüğünün tek bir çalışmadan elde edilen etki büyüklüğüne göre daha anlamlı sonuçlar sunacağını söylemiştir. Bu bilgiler doğrultusunda meta-analiz sayesinde araştırmanın örnekleme merkez alınarak evrene genelleme yapılabilecektir. Meta analizin amacı, genellikle bir uygulama yapıldıktan sonra diğer bir uygulamayla ya da normal şartlar altında etkisinin karşılaştırılabilmesidir (Borenstein, vd., 2009).

Meta-analiz yöntemi, geleneksel alanyazın taramasına bir alternatif olarak ortaya çıkmıştır ve çalışmaların bulgularının nicel olarak bütünleştirilmesini sağlamaktadır. Meta-analiz araştırmaya dâhil edilen çalışmaların etki büyüklüklerinin ortalamasıdır

ama bu ortalama aritmetik ortalama değil, çalışmalardaki katılımcıların sayılarının da etkili olduğu ağırlıklı ortalamalarıdır (şen ve Yıldırım, 2020).

Meta-analizde asıl amaç eldeki çalışmaların örneklemlerini tüm çalışmaların oluşturduğu evrene genelleyebilmektir. Bir diğer amacı ise çalışmalardaki farkların şansla gerçekleşip gerçekleşmediğini test ederek, şans dışı gerçekleşen bir çalışma varsa bu çalışmayı çalışma özelliklerine bakarak açıklayabilmektir. Araştırılmak istenilen bir konuda alanyazında yığınla çalışma bulunabilir. Bu çalışmaların yorumlanması için bir derlemeye ihtiyaç duyulur. Meta-analiz sistematik derlemenin aksine nicel bir istatistiksel analiz vererek çalışmaların ortak etkisini yorumlama imkânı tanımaktadır. İlgi duyulan araştırma konusunda eğer bir meta-analiz çalışması yoksa alanyazını nicel boyutlarda özetlemek için tercih edilebilecek en yararlı yöntemdir (şen ve Yıldırım, 2020).

Durlak (1995), meta analiz yöntemini iki ana başlıkta ele almaktadır. Bunlar şu şekildedir (Akt. Eser, vd., 2022):

1. Grup karşılaştırmalı meta-analiz,
2. Korelasyonel ilişkili meta-analiz.

3.1.1.1. Grup karşılaştırmalı meta-analiz

İşlem Etkililiği: İşlemin etkilerini ve bu etkilerin; grupların özelliği, işlem miktarı ve işlemin uygulanma şekli gibi faktörlerle ilişkisini ortaya çıkarmak için tanımlanmış çalışmalar üzerinde incelemeyi amaçlar. Bu tür meta-analiz için temel istatistiksel gösterge, deney ve kontrol grubu ortalaması arasındaki farkın büyüklüğünü temsil eden, “d” veya “g” harfleriyle gösterilen standartlaştırılmış bir etki büyüklüğüdür (Eser, vd., 2022).

Grup Farklılıkları: Cinsiyet gibi doğal olarak meydana gelen gruplar arasındaki farklılıklar üzerinde yoğunlaşır. İşlem etkililiğine benzer olarak grup farklılıkları da incelenen bir değişken üzerinde, grupların ortalamaları arasındaki farkın büyüklüğünü temsil eden bir standartlaştırılmış etki büyüklüğünün istatistiksel göstergesine dayanır (Eser, vd., 2022).

3.1.1.2. Korelasyonel ilişkili meta-analiz

Test geçerliliği: Bir lt değişkeni ile bir test veya ölçü arasındaki korelâsyon üzerinde yoğunlaşır. Bu türden bir dizi çalışmayı özetlemek ve aralarındaki

farklılıkların etkisini araştırmak için etkili bir yol sağlar. Ölçüm talimatlarının geçerliliğini değerlendirmek için kullanılır (Eser, vd., 2022).

Değişken kovaryansı: İki veya daha fazla değişkenin kovaryasyonu üzerine araştırma yapmayı içerir. Bu tür meta analizde yer alan değişkenler, ilgi çekici, pratik ve teorik öneme sahip yapılar olabilir (Eser, vd., 2022).

3.1.2. Meta-Analizin Yararları ve Sınırlılıkları

Bir konu üzerine yapılan bireysel çalışmalarda cevaplanan araştırma sorusunun başka bir bireysel çalışma ile tekrarlanması, çalışma sonucunda ulaşılabilecek olan sonuçların geçerliliğini arttıracak olsa da bu işi yapacak olan bireysel araştırmacılardan daha öte bir çalışma, alanyazında bulunan, konu ile ilgili bireysel çalışmalar üzerinden meta-analiz uygulamaktır. Farklı bölgelerde farklı örneklem büyüklükleri ile araştırmalar yapılmış ve bu araştırmalar doğrultusunda bazı benzer ya da farklı sonuçlara ulaşılmış olabilir. Her iki durumda da bilime önemli ölçüde katkılar sağlandığı yadsınamaz bir gerçektir (Hedges, 1992).

Alanyazında meta-analiz çalışmaları, sağlamış olduğu pek çok avantaj sebebiyle oldukça önemli bir yere sahiptir. Bu avantajlar genel olarak şu şekildedir:

- Alanyazın taramasının dikkatli bir şekilde yapılması gerekliliğinden araştırmacıyı nitelikli çalışmalara yönlendirir.
- Küçük etkili bireysel çalışmaların birleştirilip konu hakkında genel yorumlamanın yapılabilmesini sağlar.
- Aynı amaç doğrultusunda yapılmış farklı çalışmaların sonuçlarındaki farklılıkları ve bu farklılıkların nedenlerinin açıklamasına olanak sağlar.
- Konu hakkında yapılan çalışmalara bütüncül bir bakış açısı sağladığından çalışmalar arasındaki tutarlılığın incelenmesini sağlar.
- Konu hakkında yeni araştırma soruları oluşturulmasına olanak sağlar.
- Birçok çalışma birleştirileceği için bireysel çalışmalar bazında oluşmuş olabilecek yanlışlığın, çalışmaların tekrar incelenmesi sayesinde, en aza indirilebilmesini sağlar.
- Konunun alt kategorilerce incelenmesine olanak sağlar.
- Örneklem sayıları az olan, yani istatistik olarak güçsüz olan çalışmaların birleştirilerek istatistiksel gücünün artırılmasını sağlar.
- Ön planda olmayan ya da güncelliğini yitirmiş çalışmaların işlevselliğini artırır.

- Zaman içerisinde konu üzerinde gelişen etkilerin gözlemlenmesine olanak sağlar (Abramson ve Abromson, 2001; Bernard vd., 2004; Egger ve Davey-Smith, 1997; Ergene, 1999; Esterhuizen ve Thabane, 2016; Walker, vd., 2008; Akt. Eser, vd., 2022).

Sayılan bu avantajlarının yanında her istatistiksel yöntemde olduğu gibi meta-analizin de bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Bu sınırlılıkları şu şekilde listeleyebiliriz:

- Bireylerin cevaplarından çok ortalamalarıyla yapıldığı için daha az bilgi sunar.
- Sadece basılmış çalışmaları yansıtması yanlılık oluşturur.
- Sadece deneysel çalışmalara uygulanabilir.
- Sadece nicel yöntemlerle yapılan çalışmalarda ve bulgularında tanımlayıcı veya çıkarımsal istatistiklerin sunulduğu çalışmalarda uygulanabilir.
- Çalışma seçiminde yanlılıklar olabilir.
- Bireysel çalışmaların kalitesiyle sınırlıdır.
- Orijinal çalışmalarda yapılmış olan hatalar kontrol edilemez.
- Uygulaması büyük çaba gerektirir (Eser, vd., 2022; Şen ve Yıldırım, 2020).

Bahsedilen sınırlılıkların, meta-analizin yapıldığı süreç boyunca, kontrol edilmesine ve çalışma sonucunda oluşturulacak olan raporda sunulmasına özen gösterilmelidir. Bu sınırlılıklar aslında birçok araştırma deseninde de olabilecek araştırma sınırlılıkları olarak karşımıza çıkmaktadır. Meta-analiz çalışmalarının sınırlılıkları araştırma bulgularının bilimselliği açısından geçerliliğe ters bir sonuç oluşturmamaktadır (Şen ve Yıldırım, 2020).

3.1.3. Meta-Analizin Adımları

Meta-analizin genel amacı, bir araştırma grubu hakkında özet sonuçlara varmak için önceki çalışmaların sonuçlarını birleştirmektir. Etki büyüklüğünün özet bir tahminini hesaplamak, çalışmalar arasındaki etki farklılıklarının nedenlerini araştırmak ve farklı alt gruplarda müdahalenin etkilerindeki (veya riskteki farklılıkları) heterojenliği belirlemek için kullanılır (Cemaloğlu, 2024). Bilimsel araştırma yöntemlerinden meta-analiz yoluyla bu analizleri gerçekleştirmek isteyen araştırmacılar belirli adımları takip etmelidir. Birçok kaynakta aynı bağlamda farklı başlıklar halinde sunulsa da Şen ve Yıldırım (2020)'a göre bir meta-analizi gerçekleştirmek için gerekli olan adımlar Şekil 3.1'de sırasıyla gösterilmiştir.

İncelenen durumun doğru bir kestirimiyle daha güvenilir sonuçlar elde etmek adına analizde yanlılıktan kaçınmak gerekmektedir. Bu doğrultuda her adımın kendi içerisinde standart kuralları bulunmaktadır (Şen ve Yıldırım, 2020).



Şekil 3.1. Meta-analizin adımlarını gösteren akış şeması (Şen ve Yıldırım, 2020)

3.1.3.1. Araştırma konusunu belirleme

Meta-analiz uygulamaları konunun belirlenmesiyle başlamaktadır. Konu belirlenirken alana odaklanılarak konu hakkında daha önceden genel bir alanyazın taraması yapılmış ve konu kapsamında bilgi sahibi olunmuş olması gerekmektedir. Meta-analizde belirlenen konular çeşitlilik gösterebilir. Araştırmanın konusu bir yöntem olabileceği gibi, bir bölge, bir yayın grubu veya bir zaman dilimi de konu olarak belirlenebilir. Burada temel amaç okuyucuların yanıt aradıkları sorulara açık ve anlaşılır biçimde yanıtlar verebilmektir (Şen ve Yıldırım, 2020). Bu araştırmanın konusu, fen bilimleri eğitiminde sanal laboratuvar kullanımı olarak belirlenmiştir.

3.1.3.2. Problem durumunu belirleme

Konunun belirlenmesinden sonraki aşama problem durumunun belirlenmesidir. Araştırmanın konusu odaklanılan tema iken, problem durumu bu tema kapsamında açığa kavuşturulan olay, olgu veya durumdur. Bir meta-analiz çalışmasına başlarken

araştırma konusunun ve problem durumunun iyi tanımlanması gerekir (Şen ve Yıldırım, 2020). Örneğin; eğitimde teknoloji kullanımı araştırmanın konusu iken bunun başarı üzerine etkisi problem durumu olarak tanımlanabilir. Araştırmanın problem durumu, konuya ilişkin değişken seçiminde ve bu değişkenlerin hangi amaçlara hizmet edeceğinin net bir şekilde belirlenmesinde rol oynar (Eser, vd., 2022). Bu araştırmanın problem durumu, fen bilimleri eğitiminde sanal laboratuvar kullanımının öğrencilerin akademik başarılarına etkisi olarak belirlenmiştir.

3.1.3.3. Tarama yapma

Alanyazın taraması, bilimin ilerlemesine önemli katkılar sunmaktadır. İyi bir alanyazın taraması, alanda araştırılmak istenilen konu kapsamında hangi çalışmaların yapılmış olduğunu ve alandaki boşluklar doğrultusunda bir sonraki çalışmalarda nelerin yapılması gerektiği konusunda yol gösterici niteliktedir (Büyüköztürk, 2020). Bilimsel araştırmaların her biri için büyük önem arz eden alanyazın taraması meta-analiz çalışmalarının da en önemli aşamasıdır. Bir meta-analiz çalışmasının niteliğinin yüksek olması için araştırmacı tarafından iyi bir alanyazın taraması yapılmış olması gerekmektedir (Eser, vd., 2022). Bu çalışmada alanyazın taraması Google Akademik ve YÖK Ulusal Tez Merkezinden yapılmıştır.

3.1.3.4. Uygun olan çalışmaları belirleme

Bakioğlu ve Özcan (2016)'a göre, alanyazın taramasından sonra ulaşılan çalışmalar arasından meta-analize dâhil edilen çalışmaların belirlenmesi için bazı ölçütler belirlenmekte ve bu ölçütleri sağlamayan çalışmalar analiz dışı tutulmaktadır.

Dâhil edilme ve hariç tutulma kriterleri, meta-analize dâhil edilecek ve hariç tutulacak çalışmaların özellikleri hakkında bir dizi bilgi sunan ölçütlerdir. Kriterler nesnel olmalıdır. Bir okuyucu aynı aramaları yaptıktan sonra meta analize hangi çalışmaların dâhil edilmesi gerektiği konusunda aynı sonuca varabilmelidir. Meta-analizde bu tarafsızlık düzeyine ulaşmak için kullanılan kriterlerin tamamının kaydedilmesi ve raporlanması önemlidir (Card, 2012).

Bu araştırmaya dâhil edilecek çalışmalar için uygun kriterler şunlardır.
Çalışmaların;

1. YÖK Ulusal Tez Merkezi üzerinden yıl kısıtlaması olmaksızın erişim sağlanabilen yüksek lisans ve doktora tezleri olması,
2. Yurt içi yapılmış olması,

3. Türkçe ya da İngilizce dillerinden birinde yazılmış olması,
4. Konu alanının fen eğitimi ile ilgili olması,
5. Akademik başarı üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışma olması,
6. Ön test-son test, kontrol grup modeli kullanan deneysel çalışma olması,
7. Etki büyüklüğünün hesaplaması için yeterli veriye (aritmetik ortalama, standart sapma, deney grubu ve kontrol grubu örneklem sayıları) sahip olması şeklinde belirlenmiştir.

Bu araştırmaya dâhil edilmeyecek çalışmaların hariç tutma kriterleri ise şu şekildedir.

1. YÖK Ulusal Tez Merkezi'nde bulunmayan tezler hariç tutulacaktır.
2. Konuya ilişkin yayınlanmış makale, bildiri ve konferanslar hariç tutulacaktır.
3. Eğitim alanında yapılmamış çalışmalar hariç tutulacaktır.
4. Eğitim alanı olsa bile fen eğitimi konusunda araştırma yapılmamış çalışmalar hariç tutulacaktır.
5. Nicel bulguları olmayan çalışmalar hariç tutulacaktır.
6. Akademik başarının incelenmediği çalışmalar hariç tutulacaktır.
7. Yeterli istatistiksel veri bulundurmeyen çalışmalar hariç tutulacaktır.

3.1.3.5. Kalite kontrol incelemelerini yapma

Meta-analize dâhil edilecek ve hariç tutulacak çalışmalar, dâhil edilme ve hariç tutulma kriterleri doğrultusunda meta-analize dâhil edilecek çalışmalara karar verdikten sonra kalite kontrol incelemeleri yapmak, bu çalışmaların güvenilirliğini ve geçerliliğini değerlendirmek anlamına gelir. Bu süreçte, çalışmaların seçiminden sonra, bu çalışmaların kalitesini değerlendirmek için alanyazında bulunan kalite değerlendirme ölçekleri kullanılabilir. Bu ölçekler genel olarak çalışmanın metodolojisini, sonuçlarını, örneklem büyüklüklerini ve bulgularının güvenilirliği gibi unsurları değerlendirir. Bu değerlendirme, çalışmaların güçlü ve zayıf yanlarını ortaya çıkarır (Aydemir, vd., 2023). Kalite kontrol incelemeleri sonucunda, hangi çalışmaların meta-analize dâhil edilip edilmeyeceğine karar verilir. Kalitesi yüksek olan çalışmalar genellikle daha fazla önem taşır. Kalite kontrol incelemeleri, meta-analizin geçerliliğini artırır ve elde edilen sonuçların güvenilirliğini sağlar. Bu nedenle, bu adımın titizlikle uygulanması önemlidir (Şen ve Yıldırım, 2020). Bu çalışmada kalite kontrol incelemesi yapılmamıştır. Araştırmanın sayıtlarında da belirtildiği üzere meta-analize dâhil edilen çalışmaların güvenilirlik ve geçerlilik açısından uygun kriterlere sahip olduğu kabul edilmiştir.

3.1.3.6. Veri tablosu oluşturma

Meta-analize dâhil edilecek çalışmalar belirlendikten sonra her bir çalışma için ayrı ayrı kodlama yapılmalıdır. Kodlama her bir çalışmadan elde edilen tanımlayıcı bilgileri sayısal verilere çevirmek amacıyla kullanılmaktadır. Kodlama yöntemleri hem genel hem de çalışmaların sahip olduğu farklı yönleri belirtecek kadar özel olmalıdır. (Bakioğlu ve Özcan 2016). Meta-analiz çalışmalarında doğru kodlamanın yapılması çalışmanın i güvenirliliğini ve dış geçerliliğini artırmaktadır (Başol, vd., 2016). Kodlamaların güvenilir olması için en az iki araştırmacı tarafından ayrı ayrı yapılması gerekmektedir (Eser, vd., 2022). Bu alışma için iki farklı araştırmacı tarafından bağımsız olarak veriler kodlanmıştır. Bu kodlama esnasında kullanılan kodlama formu Ek 1’de verilmiştir.

Meta-analiz sürecinde bireysel çalışmalar için kodlama formu oluşturulduktan sonra elde edilen veriler ile bir veri tablosu oluşturmalıdır. Veri tablosu, dâhil edilen çalışmaların topladığı verilerin sistematik bir şekilde düzenlenmesi ve özetlenmesi anlamına gelir. Bu adım, meta-analiz sonucunda elde edilecek bulguların daha kolay anlaşılabilmesi ve verilerin analiz edilme süreci için oldukça önemlidir (şen ve Yıldırım, 2020). Veri tablosu oluştururken dâhil edilen çalışmaların çalışma bilgileri (yazar adı, yayın yılı, çalışma türü, katılımcı sayısı gibi), metodolojik detaylar (alışmaların tasarımı, kullanılan yöntemler, örneklem özellikleri ve veri toplama teknikleri gibi), sonuç verileri (her bir çalışmanın elde ettiği ana sonuçlar, istatistiksel verileri), eğer yapıldıysa kalite değerlendirmesi gibi unsurlar mutlaka tabloya eklenmelidir (Mutlu Bayraktar ve Camnalbur, 2018).

Veri tablosu, araştırmacıların çalışmaları daha kolay karşılaştırmalarına ve meta-analiz sırasında genel bir değerlendirme yapmalarına olanak sağlar. Ayrıca, sonuçların raporlanmasında ve grafiksel sunumda referans olarak kullanılabilir. Bu nedenle, veri tablosu oluşturma süreci, meta-analizin temel bir parçasıdır (şen ve Yıldırım, 2020). Bu alışma için oluşturulan veri tablosu Ek 2’de verilmiştir.

3.1.3.7. Kodlama güvenirliliğini kontrol etme

Tarama sonucunda ulaşılan çalışmalar dâhil edilme kriterlerine göre kodlanmalıdır (Bakioğlu ve Özcan 2016). Çalışmaların kriterlere göre değerlendirilmesi, bu bilgilerin kodlama formuna veya veri tablolarına kaydedilmesi aynı zamanda araştırmadan hariç tutulan çalışmaların da bir kayıttır. Bu kayıt

araştırmacıya hariç tutulan çalışmaların sayısı ve hariç tutma sebepleri hakkında bilgi verir. Kodlama güvenilirliği, meta-analiz çalışmalarında kodlamanın hem çalışmayı kodlayanlar arasında hem de çalışmanın kendi içinde tekrarlanabilmesi ile ilgilidir. Bu süreçte kodlamayı yapanlar birbirlerinin cevaplarını görmemelidir. Aksi durumda istenmedik bir şekilde güvenilirlik katsayısı gerçek değerinden daha yüksek çıkabilir. İki kişiye ait kodlanmış çalışmaların uyuşma sayısı güvenirliliğin daha kesin bir şekilde kestirilmesini sağlayacaktır (Eser, vd., 2022).

İki kodlayıcı arasındaki uyum durumu incelenirken farklı kabuller olsa da genellikle Cohen Kappa katsayısı kullanılır. Cohen değeri, 0 ve 1 arasında değer almakla birlikte değer 1 olması, kodlayıcıların tamamen uyum içerisinde olduğunu gösterirken değerin 0 olması kodlayıcılar arasında hiç uyumun olmadığını göstergesidir. Güvenirlik düzeylerini belirlemeye yönelik sıklıkla uyum yüzdesi olarak ele alınan Miles ve Huberman (1994)'ın yöntemi tercih edilmektedir. Bu yöntem ile kodlayıcılar arasındaki uyum incelenmektedir. Cohen değerine ait eşitlik aşağıda verilmiştir (Akt. Eser, vd., 2022).

$$\text{Cohen değeri} = K = P_0 - P_e / 1 - P_e$$

P_0 : Puanlayıcılar arasındaki uyuşma yüzdesi,

P_e : Uyuşmanın şans eseri ortaya çıkma olasılığı.

Bu çalışma için iki farklı araştırmacı tarafından kodlama yapılmıştır ve Cohen değeri $K=1$ olarak hesaplanmıştır. Bu sonuca ilişkin yorumlama beşinci bölümde verilmiştir.

3.1.3.8. Etki büyüklüğüne karar verme

Süreç, meta-analiz yapmak için ulaşılan nicel çalışmaların sonuçlarındaki istatistiksel değerler sonucunda bu sonuçların etki büyüklüğünün hesaplanması için değerlerin kodlanması, analiz yapmak için ayrılması ve analiz sonuçlarının beklenen kriterlere uygun olması durumunda kayıt edilen değerlerin meta-analiz için kurulan hipotezi test etmede kullanılması olarak işlemektedir. Meta analizde etki büyüklüğü istatistiği, incelenen konu hakkında hem yönün hem de büyüklüğün hesaplamasında kullanılmaktadır. Bireysel çalışmaların etki büyüklükleri ayrı ayrı hesaplanabileceği gibi, meta-analiz yapılacağı sırada analizin yapıldığı uygulamadan da veri olarak her çalışma için sunulmaktadır (Şen ve Yıldırım, 2020).

Bu çalışmada meta-analiz öncesinde bireysel çalışmalar için ayrı ayrı etki büyüklüğü hesaplaması yapılmamıştır. Meta-analizin yapıldığı yazılımda tercih edilen format gereği de buna gerek duyulmamıştır. Analiz sonuçları ile elde edilen bireysel çalışmaların etki büyüklükleri dördüncü bölümde ve bunun yorumlaması ise beşinci bölümde ayrıntılı bir şekilde verilmiştir.

3.1.3.9. Analiz

Analiz, meta-analizin en çok zaman ve emek gerektiren basamağıdır. Bu basamak çalışma özellikleri ve çalışmaya ait kodlanmış verilerin istatistiksel olarak analiz edilmesini içerir (Card, 2012). Borenstein ve diğerleri (2009)'ne göre, meta-analiz çalışmalarının analizinde formüller kullanılmaktadır ancak analizlerde çok fazla formül kullanılması gerektiği için bu hem karmaşaya yol açmakta hem de anlamayı ve yorum yapmayı zorlaştırmaktadır. Bu sebeple, meta-analiz çalışmasında analizler yazılımlar yardımıyla daha kolay yapılabilmektedir. Meta-analiz çalışmalarının hesaplanmasında kullanılan birçok yazılım bulunmaktadır (Jamovi, CMA, RevMan, Meta-Analyst, EpiMeta, WEasyMA, Meta-Stat, Stata, SAS, R, SPSS vd.). Bu çalışmada Jamovi (2.6.13) yazılımı kullanılmıştır.

Analizler yapılmadan önce çalışma için uygun model seçilmelidir. Bir meta analiz modeli, meta analiz sonuçlarının hesaplanması ve yorumlanması için büyük önem taşımaktadır. Farklı meta analiz modelleri farklı varsayımlarda bulunmakta ve sonuç olarak farklı etki büyüklüklerini tahmin etmektedir (Stata, 2021). Meta analizde, sabit etkiler ve rastgele etkiler olmak üzere iki tür model bulunmaktadır.

DeCoster (2017)'a göre, sabit etkiler modeli, tüm çalışmaların tek bir ortak etki büyüklüğünü tahmin ettiğini varsaymaktadır. Çalışmadan çalışmaya değişkenliğin yalnızca ölçümdeki yanlışlıklardan kaynaklandığı varsayılır. Rastgele etkiler modelinde ise, etki büyüklüğünün, ortalama etki büyüklüğü etrafında bir dağılım gösterdiğine inanılmaktadır. Bazı çalışmalarda değişkenlik ölçüm hatasını temsil ederken bazılarında çalışmalar arasındaki gerçek farklılıkları temsil eder.

Eğitim ile ilgili uygulamaların incelendiği çalışmalarda etki büyüklüğü birçok farklı sebepten kaynaklı değişiklik gösterebilmektedir. Bu değişikliklerin sebepleri çoğu zaman bilinmemekle birlikte müdahale de edilememektedir. Bu değişikliklerin genel etki büyüklüğü üzerindeki etkilerini göstermenin yolu olarak meta analiz yapılırken rastgele etkiler modeli kullanılmalıdır (Borenstein, vd., 2009). Sabit etkiler modeli için

güçlü bir gerekçe sunulmadıkça araştırmacıların rastgele etkiler modelini kullanması önerilmektedir. Rasgele etkiler modeli özellikle insan üzerine olan etkilerin incelendiği çalışmalarda hataların sistematik olmaması sebebiyle tercih edilir ve genellikle sosyal bilimlerde heterojenlik testine bakılmaksızın rastgele etkiler modeli tercih edilir (Şen ve Yıldırım, 2020). Çalışmada yapılan analizler rastgele etkiler modeline göre değerlendirilecektir.

3.1.3.10. Yayın yanlılığını kontrol etme

Dinçer (2015)'e göre meta-analiz çalışmalarında araştırmaya dâhil edilen çalışmaların farklılık göstermesi heterojenlik olarak tanımlanır. Bu durumun test edilmesi meta-analiz çalışmaları için oldukça önemlidir.

Borenstein ve diğerleri (2009), çalışmalarında beş çeşit heterojenlik ölçümünden bahsetmektedirler. Bunlar: Cochran Q, p, I^2 , T^2 ve Tau istatistiğidir. Genel olarak tercih edilen ölçümler Q, p ve I^2 istatistikleridir. Borenstein ve diğerleri (2009)'ne göre, Q istatistiğinde, Q değeri X^2 tablosundaki Q değerinden küçük ise çalışmanın homojen, büyük ise çalışmanın heterojen olduğu yorumu yapılmaktadır. p istatistiğinde, p değeri genellikle 0.05 olarak kabul edilen güven aralığı katsayısından küçük ise çalışmalar arasında anlamlı farklılığın olduğu ve heterojen olduğu; büyük ise çalışmalar arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı ve homojen olduğu yorumu yapılmaktadır. Şen (2017)'e göre, I^2 istatistiği, etki büyüklükleri arasındaki toplam değişkenliğe göre çalışmalar arasındaki var olan etki büyüklükleri farklılığının heterojenlikten kaynaklandığını gösteren yüzdelik değerdir. Bu istatistiğe göre I^2 , % 25 düşük, %50 orta ve %75 yüksek heterojenliği temsil etmektedir (Eser, vd., 2022). Bu çalışmadaki heterojenlik ölçüm sonuçları, I^2 ölçümü referans alınarak yapılacaktır.

3.1.3.11. Etki büyüklüğü değerini yorumlama

Çalışmalar yorumlanırken “istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye rastlanmamıştır” veya “istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye rastlanmıştır” şeklinde ifade edilmesi gerekmektedir (Şen ve Yıldırım, 2020).

Etki büyüklüğü kavramı 1988 yılında Cohen tarafından geliştirilmiş olup bir olgunun toplumda bulunma sıklığı olarak izah edilmiştir. Cohen (1988)'e göre etki büyüklüğü aşağıdaki gibi sınıflandırmıştır:

- Etki büyüklüğü değeri 0.20 ise küçük düzeyde,
- Etki büyüklüğü değeri 0.50 ise orta düzeyde,

•Etki büyüklüğü değeri 0.80 ise geniş düzeyde etkilidir (Akt. Özdemirli Çapar, 2011).

Diğer bir yaygın etki büyüklüğü sınıflandırması ise Cook ve Thalheimer (2002) tarafından geliştirilmiştir. Bu sınıflandırmaya göre ise;

- 0,15<Etki büyüklüğü değeri < 0,15 önemsiz düzeyde,
- 0,15< Etki büyüklüğü değeri < 0,40 küçük düzeyde,
- 0,40< Etki büyüklüğü değeri < 0,75 orta düzeyde,
- 0,75< Etki büyüklüğü değeri < 1,10 geniş düzeyde,
- 1,10< Etki büyüklüğü değeri < 1,45 çok geniş düzeyde,
- 1,45< Etki büyüklüğü değeri muazzam düzeyde etkilidir (Akt. Acar, 2011).

Bu çalışma her iki sınıflandırma da dikkate alınarak yorumlanmıştır.

3.1.3.12. Sonuçları raporlama

Bilimin herkes tarafından anlaşılabilir bir dilinin olması için çalışmaların raporlanması büyük önem arz eder. Meta-analiz çalışmalarının nasıl rapor edileceği konusunda birçok protokol geliştirilmiştir (QUOROM, PRISMA, MOOSE...) (Aşık ve Özen, 2019). Bu çalışmada “<https://www.prisma-statement.org/>” web sitesinde detaylı olarak bulunan PRISMA (The Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses)–2020 protokolü takip edilmiştir (Page, vd., 2021). Bu protokolda bir meta analiz çalışmasının nasıl raporlanması gerektiği aşama aşama belirtilmiştir. Hür (2021) tarafından çevrilerek protokolün kendi web sitesinde çeviriler bölümünde yayınlanmış olan PRISMA protokolü kontrol listesi Ek-3’te sunulmuştur.

Meta-analiz çalışmalarının genel olarak prosedür çerçevesinde raporlanması dışında çalışmaların özet bölümlerinin raporlanmasında da yine PRISMA protokolü takip edilmelidir. Protokol kapsamında özete bulunması gereken detaylar verilmiştir. Çalışmanın özeti yazılırken yine aynı siteden alınan, 2020 yılında yayınlanmış olan, PRISMA protokolü özet kontrol listesi kullanılmıştır. Bu liste Ek-4’te sunulmuştur.

3.1.4. Çalışma Ağırlığı

Çalışma ağırlığı, bireysel çalışmaların genel etkiye olan katkısı olarak ifade edilmektedir (Şen ve Yıldırım, 2020).

3.1.5. Güven Aralığı

Güven aralığı (confidence interval, CI), sonuçların genele uyarlanmasıyla ne derecede tutarlı bir sonuç vereceğinin göstergesidir. Örneğin, bir meta analiz sonucunda elde edilen etkisinin büyüklüğünün kesin bir değer yerine belirli bir aralık içinde yer alabileceğini gösterir. Genellikle %95 güven aralığı kullanılır. Bu, parametrik testler veya etkilerin belirli bir popülasyonda gözlemlenme olasılığının %95 olduğu anlamına gelir (Borenstein, vd., 2009).

Güven aralığının genişliği, sonuçların nasıl güvenilir olduğunu yansıtır. Dar bir güven aralığı, daha yüksek bir güven düzeyi ve daha az belirsizlik anlamına gelirken, geniş bir güven aralığı, daha fazla belirsizlik veya değişkenlik olduğunu gösterir. Güven aralığı ne kadar dar ise ulaşılan sonucun da o derece kesin olduğu belirtilmektedir. Bu sebeple sonuçlardan dar bir güven aralığına ulaşmak hedeflenmektedir (Borenstein, vd., 2009).

3.1.6. Orman Grafiği

Hak ve diğerleri (2016)'ne göre, meta analizin sonucu bir orman grafiğiyle gösterilmektedir. Orman grafiğinde X eksenini etki büyüklüğü ölçeğini göstermektedir. En altta gösterilen satır hariç her satır, bir çalışmanın etki büyüklüğü tahminini bir daire ve (%95) bir güven aralığı şeklinde temsil etmektedir. Oluşan bu dairelerin göreceli boyutu, meta analizin sonucunu etkileyen her bir çalışmanın ağırlığını temsil eder. Grafik genel etkinin bulunacağı bir aralığın tahmini olarak, tek bir çalışmanın sonuçlarını istatistiksel olarak temsil eder.

Öncelikli olarak grafikte yer alan elmas şeklinin yorumlanması gerekmektedir. Bu şekil modelin sabit etkiler ya da rastgele etkiler modeli olup olmamasına bağlı olarak bazı değişiklikler göstermektedir. Elmas şeklinin tepe noktası ortalamaya, genişliği ise dağılım aralığına karşılık gelmektedir. Grafikte bulunan dikey çizgi etkisizlik çizgisi (line of no effect) olarak adlandırılır (Eser, vd., 2022).

Orman grafiğinde her bireysel çalışmanın karşısında siyah kareler ve bu karelerin ortasından geçerek sağa ve sola uzanan yatay çizgiler bulunmaktadır. Bu şekillerden siyah kareler, bireysel çalışmaların etki büyüklüklerini temsil ederken yatay çizgiler bu çalışmaların güven aralığını temsil etmektedir. Ayrıca grafiğin sağ tarafında her çalışmanın etki büyüklüğü ve bu çalışmaların genel etki üzerindeki yüzdelik

oranlarının bulunması bize meta-analizde yapılacak yorumlamalar için genel bir çerçeve sunmaktadır (Eser, vd., 2022).

Bir çalışmaya ait siyah karenin ya da yatay çizginin her hangi bir ucunun etkisizlik çizgisi üzerinden geçmemesi o çalışmanın ilgili güven aralığı dâhilindeki etki büyüklüğünün istatistiksel olarak anlamlı olmadığı anlamına gelmektedir. Etkisizlik çizgisinin solunda bulunan kareler ait olduğu bireysel çalışmanın kontrol grubu lehine, sağında bulunan kareler ise ait olduğu bireysel çalışmanın deney grubu lehine sonuç bildirdiğini ifade etmektedir (Eser, vd., 2022).

Bu çalışma için elde edilen orman grafiği dördüncü bölümde sunulmuştur ve bu grafiğe ait yorumlamalar yukarıda verilen açıklamalar doğrultusunda beşinci bölümde verilmiştir.

3.1.7. Yayın Yanlılığı

İyi bir alanyazın taraması meta-analizin temel unsurudur. Meta-analizler çalışmalarında ortak sorun yayın yanlılığıdır (publication bias). “Yayın yanlılığı” terimi genellikle, araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda, anlamlı sonuçların anlamlı olmayan sonuçlara kıyasla daha fazla yayınlanma olasılığından çıkmıştır (Petite, vd., 2000). Yayın yanlılığı, bilim dünyasında yayın statüsünün kazanılmasına odaklanılarak istatistiksel bir sonuçta ortaya çıkan sistematik hatadır (Begg ve Berlin, 1988). Nitekim tek başına yayınlanmış bir çalışma araştırma alanındaki tüm çalışmaları temsil etmemektedir. Bu durum alanyazında dosya çekmecesini sorunu (file drawer problem) olarak adlandırılır (Rosenthal, 1979). Meta-analiz sürecinde bu durum yapılan araştırmaya sistematik hata kattığı için önemli bir tehdit olarak görülür. Bu tehdit, istatistiksel olarak anlamlı, ya da beklenen düzeyde veya yöne, etki bulamayan çalışmaların yayınlanma olasılığının daha düşük olması ve bu sebepten ötürü meta-analiz yapan araştırmacı için ulaşılabilecek olan çalışmalarda genellikle olumlu sonuçlar çıkmasına ve meta-analiz çalışmasının doğru sonuçlar vermemesine sebep olur. Lipsey ve Wilson (2000), bu durumu çalışmalarında açıklayarak kanıtlar ile sunmuştur. Yayınlanmış çalışmaların belirlenmesi ve taranması, olası olumsuz nedenlerden dolayı yayınlanmamış çalışmalara göre çok daha kolay olduğundan, meta-analize dâhil edilen yayınlanmış çalışmaların araştırma konusunu gereğinden fazla temsil edebileceği düşünülmektedir. Bu durumun sonucu olarak yapılan meta-analize dâhil edilen çalışmalar araştırılan konuda yapılan tüm çalışmaları temsil etmeyebilecektir. Card ve

arkadaşları (2011) çalışmalarında bu sürecin bir getirisi olarak, meta-analiz sonucunda ulaşılan etki büyüklüğünün, çalışmaya dâhil edilen tüm çalışmalar dikkate alındığında, daha güçlü bir etki büyüklüğü sunacağını belirtmiştir. Nitekim, meta-analizde yayın yanlılığını önlemenin birincil yolu, hem yayınlanmış hem de yayınlanmamış çalışmaları bulmak ve bu çalışmaları da analize dahil etmektir (Borenstein, vd., 2009).

Bir meta-analiz çalışmasında yayın yanlılığının olup olmadığını incelemeye kullanılan yaygın yöntemlerden bazıları şu şekildedir (Şen ve Yıldırım, 2020):

- Moderatör analizi,
- Huni grafiği,
- Güvenli N (Hata koruma sayısı) (Fail-safe N),
- Begg ve Mazumdar sıra korelasyonları
- Egger'in regresyonu
- Kırılan ve eklenen çalışma sayısı (Trim and fill number of studies)

Bu çalışmada yukarıda belirtilen yayın yanlılığı analizleri yapılmıştır ve yorumlamaları beşinci bölümde verilmiştir.

3.1.7.1. Moderatör analizi

Meta-analizde, analize dâhil etmek amacıyla incelenen bireysel çalışmalar arasında genellikle farklılıklar olabilmektedir. Çalışmalardaki önemli değişkenlerin kodlanarak, etki büyüklüklerinin bu değişkenlerden etkilenip etkilenmediğinin incelenmesine moderatör analizi denilmektedir (Şen ve Yıldırım, 2020). Daha önce açıklanan adımlardaki uygulamalar çalışmalar arasındaki heterojenliği gösteriyorsa bu heterojenliğin olası sebepleri için yapılan analizler moderatör analizleridir (Borenstein, vd., 2009). Moderatör değişkenler; çalışma desenine özgü (örnekleme stratejisi, grup ataması türü, vb.), çalışmanın kendine özgü (yayın yılı, yayın türü, vb.), katılımcılara özgü (sınıf düzeyi, katılımcı cinsiyeti, vb.) ve diğer pek çok faktör (konu alanı, ölçme aracının türü, öğretim yöntemi vb.) olabilir. Bu çalışmada moderatör analizi yapılmamıştır.

3.1.7.2. Huni grafiği

Huni grafiği, etki büyüklükleri ile örneklem büyüklüklerini değişken olarak ele alan, genellikle yayın yanlılığını tespit etmek için kullanılan ve görsel yorumlamayı içeren bir yöntemdir (Borenstein, vd., 2009). Grafikte etki büyüklükleri ve örneklem büyüklüklerine ait daire şekillerinin huni şeklini alması ve tepesinin çalışmaların gerçek

etki büyüklüğünde olması, yayın yanlılığının olmadığını göstermektedir. Grafik çarpık huni şeklini almamışsa yayın yanlılığı olduğu anlaşılmaktadır (Bakioğlu ve Özcan 2016). Bununla birlikte huni grafiğinde büyük örnekleme sahip çalışmalar grafiğin üst kısmına doğru görünür ve genellikle ortalama etki büyüklüğü etrafında kümelenir. Daha küçük örnekleme sahip çalışmalar ise grafiğin alt kısmına doğru görünür ve geniş bir değer aralığına yayılma eğilimindedir. Meta analiz çalışmalarında yayın yanlılığının olmaması durumunda çalışmalar ortalama etki büyüklüğüne göre simetrik dağılmaktadır (Borenstein, vd., 2009).

Bu çalışma için elde edilen huni grafiği dördüncü bölümde verilmiştir.

3.1.7.3. Güvenli N (hata koruma sayısı)

Güvenli N (fail-safe N) değeri yayın yanlılığının değerlendirilmesi için Rosenthal (1979) tarafından geliştirilmiştir. Güvenli N değeri, meta-analiz sonucunda elde edilen istatistiksel olarak anlamlı genel etki büyüklüğünün istatistiksel olarak anlamlılığını yitirmesi için gerekli olan çalışma sayısını verir (Borenstein, vd., 2009). Rosenthal tarafından geliştirilen bu değer başka birçok araştırmacı tarafından da önerilmiştir (Duval ve Tweedie, 2000; Iyengar ve Greenhouse, 1988; Orwin, 1983; Rosenberg, 2005. Akt. Şen ve Yıldırım, 2020). Bu önerilerden Rosenthal (1979) ve Orwin (1983) yaygın olarak tercih edilenlerdir (Şen ve Yıldırım, 2020). Rosenthal (1979) yönteminde; birleşik anlamlılık düzeyinin (p-değeri) hedef anlamlılık düzeyine düşürülmesi için, incelenen çalışmadaki sonuçlara eklenmesi gereken çalışma sonuçlarının ortalaması sunulurken Orwin (1983) yönteminde ortalama etki büyüklüğünün düşürülmesi üzerine çalışmalar yapılmıştır (Eser, vd., 2022). Bu çalışma da Rosenthal yöntemine göre yorumlama yapılacaktır.

Bu çalışmaya ait güvenli N değeri dördüncü bölümde verilmiştir.

3.1.7.4. Begg ve Mazumdar sıra korelasyonları

Begg ve Mazumdar sıra korelasyonları testi, etki büyüklüklerinin sıraları ile varyanslarının sıraları arasındaki korelasyonu kullanmaktadır. Begg ve Mazumdar (1994) çalışmalarında, eğer istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon bulunursa yani $p < 0.05$ ise yayın yanlılığından bahsedilebilir.

Bu çalışmaya ait Begg ve Mazumdar sıra korelasyonları değeri dördüncü bölümde verilmiştir.

3.1.7.5. Egger'in regrasyonu

Egger ve diğeri (1997) yayın yanlılığını değerlendirmek için alanyazında Egger'in regrasyonu olarak anlandırılan ve doğrusal regrasyon yöntemi olarak bilinen yöntemi geliştirmişlerdir. Bu yöntem huni grafiğinin asimetrik derecelendirmesini vermektedir (Egger, vd., 1997). Bu test sonucunda elde edilen p değeri $p < 0.05$ olduğu durumda yayın yanlılığından bahsedilebilir.

Bu çalışmaya ait Egger'in regrasyonu değeri dördüncü bölümde verilmiştir.

3.1.7.6. Kırılan ve eklenen çalışma sayısı

Duval ve Tweedie (2000) bu yöntemi parametrik olmayan bir veri büyütme tekniğı olarak açıklamıştır. Yöntem huni grafiğinin simetrikliğinin sağlanması için eklenmesi veya kırılması gereken çalışmaları belirtir. Bu yöntem yayın yanlılığını test etmesi dışında olması bir yayın yanlılığı durumunda çözüm sunar (Card, vd., 2011).

Bu çalışmaya ait kırılan ve eklenen çalışma sayısının değeri dördüncü bölümde verilmiştir.

3.1.8. Meta-Analizde Geçerlilik

Meta-analizde uygun veri toplama ve uygun veri analiz yöntemlerini kullanıldığından dolayı adımları doğru takip edilmiş olan meta-analiz çalışmaları iç geçerliliğe sahiptir (Card, 2012). Alanyazındaki çalışmaları uygun şekilde temsil ederek alanyazına teorik katkı sağlayacağı ve konu alanında genelleştirmelere olanak sağlayacağından meta-analiz çalışmaları dış geçerliliğe de sahiptir (Eser, vd., 2022). Çalışmalarla ilgili yöntemsel sorunlar ve meta-analizin geçerliliğı önemli ölçüde ilişkilidir. Meta-analiz, analizin gücünü artırmak için yeteri kadar çalışma içermelidir. Moderatör analizi yapıldıysa bu analiz sonucunda moderatörler arasında herhangi bir ilişkinin olup olmadığı rapor edilmelidir. Kodlama güvenilirliğini sağlamak için meta-analiz çalışmaları en az iki kişi tarafından gerçekleştirilmelidir. Güvenirlik yayınlanmalı ve yüksek olmalıdır. Çalışmalarda sabit etkiler modeli kullanılacaksa nedenleri açıklanmalıdır (Şen ve Yıldırım, 2020).

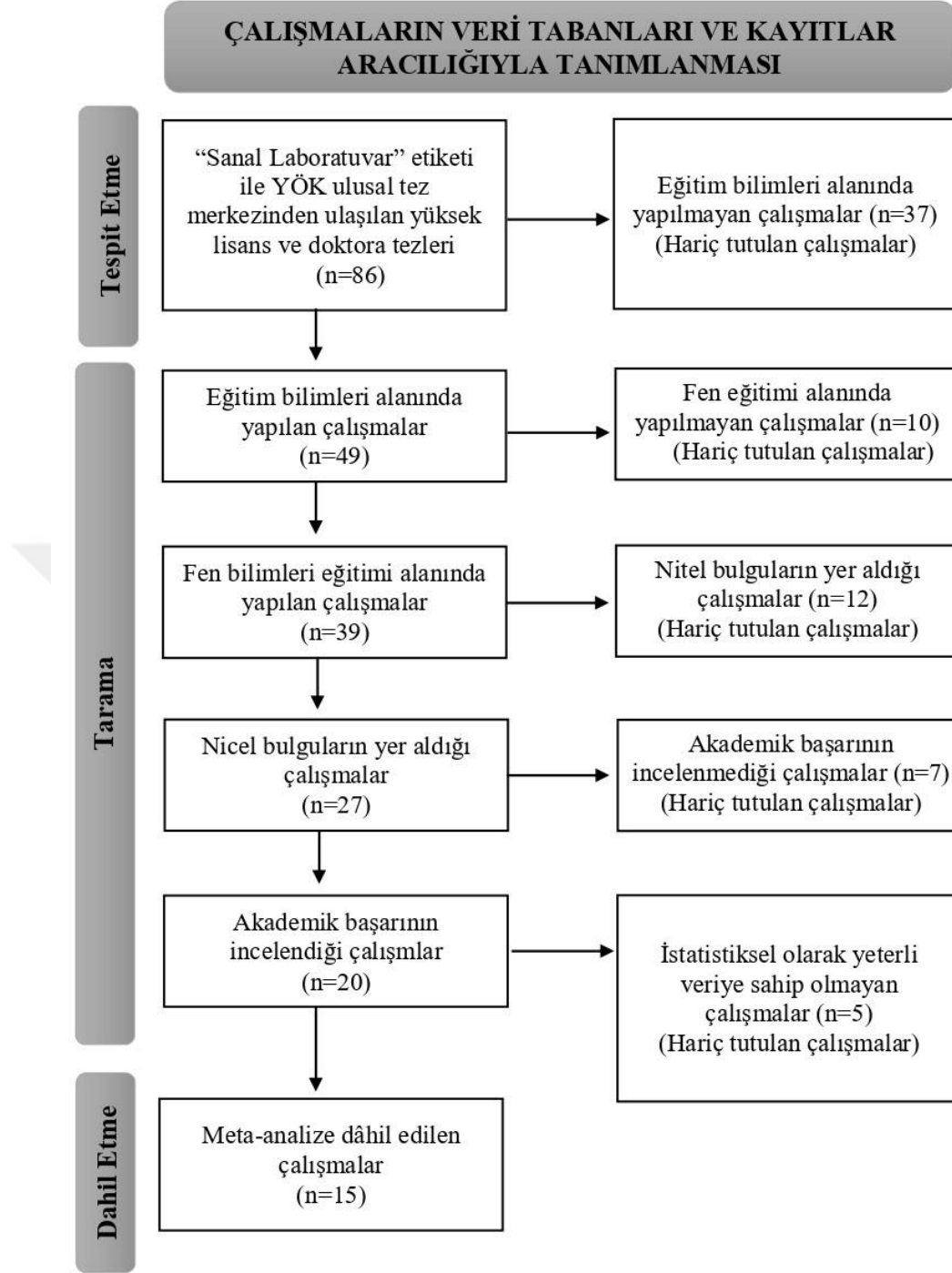
Bir meta analizin dış geçerliliğini etkileyen en önemli faktör çalışma örnekleminin alanyazını temsil etmesidir. Meta analiz, belirlenen konuyla ilgili olan ve dâhil etme kriterlerini karşılayan her çalışmayı içermelidir. Araştırmacı tarafından açıklanan teorik yapıların mantıklı olup olmadığına bakılmalıdır. Yayınlanmış

çalışmaları taramak için kullanılan anahtar kelimeler ve yayınlanmamış çalışmaları bulmak için kullanılan yöntemler değerlendirilmelidir. Kapsamlı bir alanyazın taraması yapıp yapılmadığı incelenmelidir. Raporda geçerlik ve güvenilirliği sağlamak için atılan adımların ayrıntıları belirtilmelidir (DeCoster, 2017).

3.2. Verilerin Toplanma Süreci

Meta-analiz çalışmasının konusu ile ilgili ulusal alanda yapılan yüksek lisans ve doktora tezleri kapsamında alanyazın değerlendirilerek, istatistiksel açıdan uygun olanlar çalışmaya dâhil edilecektir. Çalışmada kullanılacak tezlere ulaşmak için YÖK'ün ulusal tez merkezinden yararlanılmıştır. Çalışma sürecinin işlem basamakları PRISMA akış şeması ile Şekil 3.2'de verilmiştir.

Alanyazın taraması yapılırken YÖK ulusal tez merkezinin arama motoruna “sanal laboratuvar” anahtar kelimesi yazılarak aranacak alan kategorisi “tümü” seçilerek arama yapılmıştır ve bu arama sonucunda 86 tane çalışmaya ulaşılmıştır. Araştırma konusunda çok fazla çalışma yer almaması sebebiyle çalışmada yıl kısıtlaması yapılmamıştır. Bu çalışmaların meta-analize dâhil edilip edilmeyeceğine karar verilirken öncelikle türüne bakılmıştır. 37 çalışma eğitim alanında olmayıp genellikle sanal laboratuvarların mühendislik açısından geliştirilmesi üzerine yapılmış çalışmalardır. Eğitim alanında yapılmış olan 49 çalışmadan 39 tanesi fen bilimleri eğitimi üzerine yapılmıştır. Meta-analiz yönteminin kullanılması sebebiyle 12 nitel çalışma hariç tutulmuş ve bu sebeple 27 çalışma da nicel yöntemler kullanıldığından araştırmaya dâhil edilebilmiştir. Nicel bulguların yer aldığı çalışmalar incelendiğinde 7 çalışmada akademik başarı ölçülmediği için hariç tutulmuştur. Akademik başarının değerlendirildiği 20 çalışma ayrıntılı olarak incelenmiştir. Bu çalışmalarda 5 tanesi istenilen tema olan akademik başarı hakkında araştırılan konuya yönelik alt grup analizleri yaptığı için ve net bir istatistiksel analiz sonucu vermemesinden dolayı (Bozkurt 2008; Büyükkara, 2011; Erdan, 2014; Mutlu, 2015) veya örneklem büyüklüğü ve çalışmanın tercih etmiş olduğu istatistiksel yöntem etki büyüklüğü hesaplanmasına olanak vermediği için (Yıldırım, 2022) araştırmaya dâhil edilmemiştir.



Şekil 3.2. Araştırmaya dâhil edilecek çalışmaların belirlenme süreci (Page, vd., 2021)

Meta-analiz yapabilmek için en az iki çalışma olması gerekmektedir fakat meta-analiz için önerilen çalışma sayısı en az ondur (Şen ve Yıldırım, 2020). Bu bilgiler doğrultusunda 15 çalışma meta-analize dâhil edilerek detaylı incelemeler yapılmıştır.

Çalışmaların meta analizini yapmak için uygun olup olmadıklarının belirlenmesi ve uygun olan çalışmalardan elde edilen verilerin analize hazır hale getirilebilmesi için

çalışma karakteristikleri doğrultusunda, iki farklı kodlayıcı tarafından ayrı ayrı kodlanmak üzere kodlama formu oluşturulmuştur (Ek 1). Kodlayıcılar, araştırmada dâhil edilme kriterlerine uygun çalışmalarını ayrı ayrı tespit etmiş ve dâhil edilecek olan her bir çalışma için kodlama formunu özel olarak doldurulmuştur.

Çalışmanın bağımlı değişkeni akademik başarı iken bağımsız değişkeni sanal laboratuvar ortamıdır.

3.3. Verilerin Analizi

Çalışmada elde edilen veriler, işlem etkililiği meta analiz yöntemiyle analiz edilmiştir. Çalışmanın analizinde Jamovi (2.6.13) yazılımı kullanılmıştır. Yazılımda, deney ve kontrol gruplarının; örneklem büyüklüklerinin, ortalamalarının ve standart sapma değerlerinin girilebildiği format seçilmiştir. Analizler gerçekleştirilirken anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak seçilmiştir.

Meta analiz yapılırken genel etki büyüklüğü, rastgele etkiler modeline göre hesaplanmıştır. Seçilmiş çalışmalar için, örneklem büyüklüğü 20’den küçük ($n=15$) olduğundan etki büyüklüklerinin hesaplanmasında “Sidik-Jonkman Modeli” kullanılmıştır (Eser, vd., 2022). Araştırmanın yayın yanlılığına sahip olup olmadığı incelenirken; huni grafiği, Rosenthal Korumalı N değeri, Begg ve Mazumdar sıra korelasyonu, Egger’ın regrasyonu, kırılan ve eklenen çalışma sayısı analizlerinden yararlanılmıştır. Etki büyüklüğü değerleri incelenirken orman grafiği kullanılmıştır. Ayrıca elde edilen istatistiksel veriler tablolar halinde sunulmuştur.

İstatistiksel hesaplamalar sonucunda elde edilen etki büyüklükleri yorumlanırken Cohen (1988) ve Thalheimer ve Cook (2002) tarafından yapılan sınıflandırmalar dikkate alınmıştır.

BÖLÜM IV

BULGULAR VE YORUM

Bu kısımda yapılan meta-analiz çalışması sonucu elde edilen bulgular yer almaktadır. İlk önce meta-analiz çalışmasına dair betimleyici veriler açıklanıp daha sonra Jamovi (2.6.13) programıyla hesaplanan etki büyüklüğü yorumlamasına yer verilecektir.

4.1. Araştırmaların Betimleyici Verileri

Meta-analiz çalışması için yapılan alanyazın taraması sonucunda dâhil edilme kriterlerine göre akademik başarı değişkenine ait 15 çalışmaya ulaşılmıştır. Bu çalışmalar ve bazı betimsel verileri Tablo 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4.1
Araştırmaya Dâhil Edilen Çalışmaların Betimsel Verileri

Çalışmanın Yazarı	Yılı	Türü	Konu Alanı	Örneklem Büyüklüğü
Emre Doğan	2024	Yüksek Lisans	Fen Bil. Eğt.	37
Enis Abdiusta	2024	Yüksek Lisans	Fen Bil. Eğt.	130
Esra Özeler	2024	Yüksek Lisans	Fen Bil. Eğt.	191
Arzu Tüter	2024	Yüksek Lisans	Fizik Eğt.	74
Şükran Erdoğan	2022	Doktora	Fizik Eğt.	59
Kübra Baş	2022	Yüksek Lisans	Fen Bil. Eğt.	30
Gökçe Meral Canöz	2020	Yüksek Lisans	Fen Bil. Eğt.	50
İnci Koç Ünal	2019	Yüksek Lisans	Fen Bil. Eğt.	54
Özden Karagöz Mırçık	2018	Doktora	Fizik Eğt.	86
Ş.Zeynep Nur Aydın	2018	Yüksek Lisans	Fen Bil. Eğt.	60
Ahmet Meral	2018	Yüksek Lisans	Fen Bil. Eğt.	60
Ayşe Demir	2018	Yüksek Lisans	Fen Bil. Eğt.	48
Menevşe Şükran Duman	2015	Yüksek Lisans	Fen Bil. Eğt.	31
Nazan Kunduz	2013	Yüksek Lisans	Kimya Eğt.	89
Zeynep Tatlı	2011	Doktora	Kimya Eğt.	60

Araştırmaya dâhil edilen çalışmalara ait betimleyici istatistikler tablolar halinde sunulmuştur. Araştırmaya dâhil edilen ilgili çalışmaların türüne ait frekans ve yüzde değerleri Tablo 4.2’de verilmiştir.

Tablo 4.2

Araştırmaya Dâhil Edilen Çalışmaların Türüne Göre Dağılımı

Türü	Frekans (f)	Yüzde Değeri (%)
Yüksek lisans tezi	12	80
Doktora tezi	3	20
Toplam	15	100

Tablo 4.2’ye göre yüksek lisans tezi (%80) ve doktora tezi (%20) türündeki çalışma sayıları arasındaki fark olduğu, yüksek lisans tezi türünde gerçekleştirilen çalışma sayısının daha fazla olduğu görülmektedir. Araştırmaya dâhil edilen çalışmaların yılına ait frekans ve yüzde değerleri Tablo 4.3’te sunulmuştur.

Tablo 4.3

Araştırmaya Dâhil Edilen Çalışmaların Yılına Göre Dağılımı

Yılı	Frekans (f)	Yüzde Değeri (%)
2011-2012	1	6.7
2013-2014	1	6.7
2015-2016	1	6.7
2017-2018	4	27.7
2019-2020	2	13.3
2021-2022	2	13.3
2023-2024	4	27.7
Toplam	15	100

Tablo 4.3’e göre çalışmaların en fazla 2017-2018 yılları (%27.7) ve 2023-2024 yılları (%27.7) arasında gerçekleştirildiği görülmektedir.

Araştırmaya dâhil edilen ilgili çalışmaların konu alanı sınıflandırılmasına ait frekans ve yüzde değeri Tablo 4.4’te sunulmuştur.

Tablo 4.4

Araştırmaya Dâhil Edilen İlgili Çalışmaların Konu Alanı Sınıflandırılmasına Göre Dağılımı

Konu Alanı	Frekans (f)	Yüzde Değeri (%)
Fizik eğitimi	3	20
Kimya eğitimi	2	13.3
Fen bilimleri eğitimi	10	66.7
Toplam	15	100

Tablo 4.4'e göre çalışmaların en fazla fen bilimleri eğitimi alanında (%66.7) gerçekleştirildiği görülmektedir. Araştırmaya dâhil edilen ilgili çalışmaların örneklem büyüklüğüne ait frekans ve yüzde değerleri Tablo 4.5'te sunulmuştur.

Tablo 4.5

Araştırmaya Dâhil Edilen İlgili Çalışmaların Örneklem Büyüklüğüne Göre Dağılımı

Örneklem Büyüklüğü	Frekans (f)	Yüzde Değeri (%)
Düşük ($n \leq 30$)	1	6.7
Orta ($31 \leq n \leq 60$)	8	53.3
Büyük ($n > 60$)	6	40
Toplam	15	100

(Büyüköztürk, 2020)

Tablo 4.5'e göre örneklem büyüklüğü en fazla orta seviyede (%53.3) bulunurken; ona en yakın büyük seviyede (%40) örneklem büyüklüğü yer almaktadır.

Alanyazın taraması sonucunda dâhil edilme kriterleri doğrultusunda incelemeler yapıldığında yukarıda belirtilen meta-analize dâhil edilen çalışmaların detaylı özelliklerinin bulunduğu tablo Ek-2'de sunulmuştur.

Yukarıda belirtilen analize dâhil edilen çalışmalar haricinde, akademik başarının incelendiği fakat analize dâhil edilmeyen 5 çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmaların araştırmanın dâhil edilme kriterlerine uygun olduğu halde farklı sebeplerden dolayı meta-analize dâhil edilemeyeceğine karar verilmiştir. Bu bağlamda meta-analize dâhil edilmeyen çalışmalar ve bu çalışmaların dâhil edilmeme sebepleri aşağıda verilmiştir:

1. Mutlu (2015) yaptığı çalışmada araştırma problemini, farklı alt problemleri merkez alarak incelenmiştir ve bu incelemeler doğrultusunda farklı analizler içerdiği için araştırmaya dâhil edilmemiştir.

2. Erdan (2014) yaptığı çalışmada araştırılmak istenilen etkiye yönelik yeterli istatistiksel bulgu bulundurmadığı için araştırmaya dâhil edilmemiştir.

3. Yıldırım (2022), yaptığı çalışmada deney ve kontrol grubu diye ayırmadığı için araştırmaya dâhil edilmemiştir.

4. Büyükkara (2011) yaptığı çalışmada alt grup analizlerine yer verdiği ve bu sebeple araştırılmak istenilen konuda deney ve kontrol grubu karşılaştırması olmadığı için araştırmaya dâhil edilmemiştir.

5. Bozkurt (2008), yaptığı çalışmasını farklı etkileri incelemek amacıyla farklı deney ve kontrol grubu ile yürütmüştür ve bu sebeple araştırmaya dâhil edilmemiştir.

4.2. Çalışmaların Etki Büyüklüğüne Ait Bulgular

Meta-analize araştırmasına dâhil edilen çalışmalarda bulunan istatistiksel değerler (örneklem büyüklüğü, ortalama ve standart sapma) Ek-2’de verilen tabloda sunulmuştur. Araştırma kapsamında analize dâhil edilecek çalışmalara meta-analiz uygulanmıştır ve elde edilen sonuçlar Tablo 4.6’da verilmiştir.

Tablo 4.6

Meta-Analiz Sonucunda Ulaşılan Genel Etki Büyüklüğü İstatistikleri

	Tahmin	se	z	p	GA alt sınır	GA üst sınır
Değerler	6.85	1.92	3.56	0.003	2.718	10.975

Rastgele Etkiler Modeli (k=15)

Tablo 4.6 incelendiğinde yapılan analizin örnekleminin 15 çalışmadan meydana geldiği (k=15); iki gruba ait ortalama farkın %95 güven aralığında (GA) olduğu ve alt sınır değerinin 2.718, üst sınır değerinin ise 10.975 olduğu göze çarpmaktadır. Meta-analiz sonucunda bulunan birleştirilmiş etki büyüklüğünün ise 6.85 olduğu görülmektedir.

Tablo 4.7’de çalışmaya ait heterojenlik istatistiklerine ait bulgular sunulmuştur.

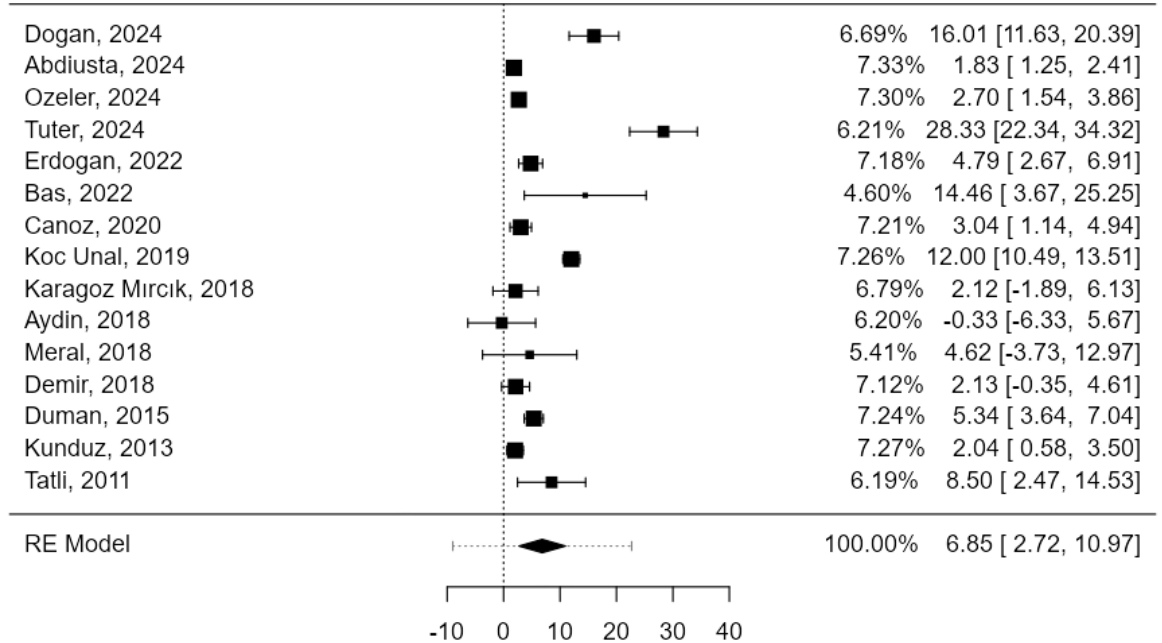
Tablo 4.7
Heterojenlik İstatistikleri

Tau	Tau ²	I ²	H ²	R ²	df	Q	p
7.134	50.8997 (SE=19.3614)	98.3%	58.963		14.000	273.222	<.001

Heterojenlik istatistiklerine göre; Cochran'ın Q testi sonucunun istatistiksel olarak manidar olduğu görülmektedir. (Q (df=14)=273.222, p=<.001). I² istatistiğine bakıldığında I²=%98.3'tür.

Çalışmalar hakkında genel bir etki büyüklüğü yorumlaması yapabilmek için Şekil 4.1'de sunulan orman grafiği incelenmiştir.

Orman grafiğine bakıldığında genel etki büyüklüğü kapsamında meta-analiz sonucunda elde edilen birleştirilmiş etki büyüklüğü ve grafikten çıkarılan genel sonuçlar doğrultusunda, fen eğitiminde sanal laboratuvar kullanımının akademik başarı üzerine etkisinin büyük olduğu söylenebilir. Çalışmaların genel etki büyüklüğü üzerindeki etkileri tartışma ve sonuç kısmında detaylı olarak ele alınacaktır.



Şekil 4.1. Çalışmaya ait orman grafiği

Orman grafiğinde bulunan verilerden yola çıkarak bireysel çalışmaların etki büyüklüklerinin yönü ve frekansları Tablo 4.8’de verilmiştir.

Tablo 4.8

Meta-analiz Çalışmasında Kullanılan Akademik Başarı Çalışmalarının Etki Büyüklükleri Yönüne Ait Frekans Değerleri

Etki Büyüklüğü Yönü	Frekans (f)	Yüzde Değeri (%)
Sıfır	0	0.00
Pozitif	14	93.33
Negatif	1	6.67
Toplam	15	100

Tablo 4.8 incelendiğinde çalışmaların bireysel etki büyüklüğüne bakıldığında 14 çalışmanın pozitif yönde olduğu görülmektedir. Çalışmaların %93.33’ü pozitif yönde etki göstermiştir de denilmektedir. Fen eğitiminde sanal laboratuvar kullanımının akademik başarı değişkeni açısından etkili olduğu sonucunda yorum yapılabilmektedir. Meta-analize dâhil edilen bireysel çalışmaların etki büyüklüklerine göre Cohen (1988) ve Thalheimer ve Cook (2002) sınıflandırmaları Tablo 4.9 ve Tablo 4.10’daki gibidir (Akt. Şen ve Yıldırım, 2020).

Tablo 4.9

Cohen (1988) Etki Büyüklüğü Sınıflaması

Sınıflama Düzeyi	Frekans	Yüzde Değeri (%)
Küçük (0.20-0.50)	1	6.67
Orta (0.50-0.80)	0	0.00
Büyük (0.80’dan fazla)	14	93.33
Toplam	15	100

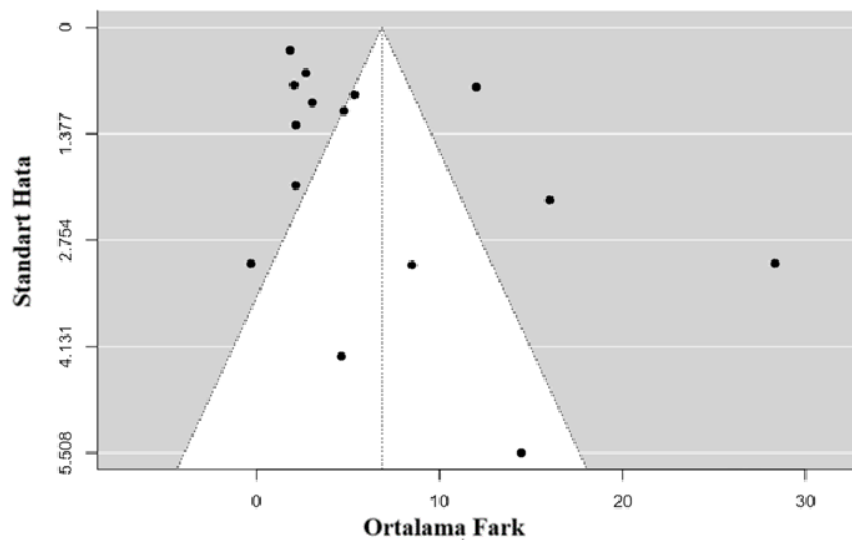
Cohen (1988)’in yapmış olduğu sınıflandırmaya göre çalışmaların büyük bir çoğunluğunun etki büyüklüklerinin büyük düzeyde olduğu görülmektedir. Etki büyüklüğü büyük düzeyde olan çalışmalar 14 tane ile meta-analiz çalışmasının %93.33’ünü oluşturmaktadır. Daha detaylı bir sınıflandırma olan Thalheimer ve Cook (2002) sınıflandırması aşağıdaki gibidir.

Tablo 4.10
Thalheimer ve Cook (2002) Etki Büyüklüğü Sınıflaması

Sınıflama Düzeyi	Frekans	Yüzde Değeri (%)
Önemsiz (-0.15-0.15)	0	0.00
Küçük (0.15-0.40)	1	6.67
Orta (0.40-0.75)	0	0.00
Geniş (0.75-1.10)	0	0.00
Çok geniş (1.10-1.45)	0	0.00
Muazzam (1.45 ve fazlası)	14	93.33
Toplam	15	100

Tablo 4.10 incelendiğinde çalışmanın etki büyüklüklerinin Cohen (1988) sınıflandırması ile benzerlik gösterdiği görülmektedir. Çalışmanın etki büyüklükleri frekansına bakıldığında fen bilimleri eğitiminde sanal laboratuvar kullanımı lehine pozitif yönde olduğu söylenebilir fakat net bir görüş elde etmek için meta-analizde birleştirilmiş etki büyüklüğünün yorumlanması gerekmektedir.

Araştırmanın etki büyüklüğünü önemli derecede etkileyen çalışmaların incelenmesi için ve analiz sonucunda elde edilen etki büyüklüğünün geçerli olup olmadığını anlamlandırabilmek için araştırmanın yayın yanlılığına bakılmıştır. Yayın yanlılığını analizleri sonucu ilk olarak ulaşılan huni grafiği Şekil 4.2’de verilmiştir.



Şekil 4.2. Çalışmaya ait huni grafiği

Huni grafiği incelemesi doğrultusunda çalışmaların büyük çoğunluğunun %95 güven aralığının dışında olduğu göze çarpmaktadır. %95 güven aralığının dışındaki

çalışma sayısının çok fazla olması ve örneklem büyüklüğünün küçük olması sebebiyle muhtemel bir heterojenliğin olduğu sonucuna ulaşılmıştır ve bu aşamadan sonra huni grafiğine ilişkin istatistiksel testler sunulmuştur.

Tablo 4.11
Yayın Yanlılığı İstatistikleri

Test Adı	Değer	p
Güvenli N değeri (Hata koruma sayısı)	1714.000	<.001
Begg ve Mazumdar sıra korelasyonu	0.276	0.169
Egger'ın Regrasyonu	1.579	0.138
Kırılan ve eklenen çalışma sayısı	0.000	

*Rosenthal yaklaşımı kullanılarak hata koruma sayısı (Fail-safe N) hesaplanmıştır.

Tablo 4.11'de sunulan istatistikler ve huni grafiği kapsamında istatistiksel olarak manidar çıkan sonuçların yayın yanlılığından kaynaklanma ihtimali olmadığına ulaşılmıştır. Yani, yayın yanlılığının olduğuna dair herhangi bir kanıtımızın olmadığı söylenebilir. Kırılan ve eklenen çalışma sayısına (trimm and fill number of studies) bakıldığında sonucun sıfır olduğu görülmektedir. Bu da yayın yanlılığının olmadığını destekler niteliktedir. Ayrıca Tablo 4.10 kapsamında yer alan güvenli N (hata koruma sayısı) (Fail-Safe N) meta-analiz sonucunda elde edilen p değerini tanımlamanın bir başka yoludur. Güvenli N analizine göre örnekleminde 15 çalışma bulunan bu araştırmanın ve bu araştırmadan elde edilen sonuçların geçersiz kılınabilmesi için bu çalışmalara karşılık olarak 1714 tane karşıt çalışma yapılmalıdır.

Yapılan çalışma genelleme yapılabilmek için yeterli sayıda çalışmaları içermiştir. Araştırma sürecinde analize alınacak veya alınmayacak çalışmalar nedenleri ile açıklanmıştır. Analizler sonucu güvenilirlik yüksek çıkmıştır ve bu unsurlardan dolayı, çalışma iç geçerliğe sahiptir (Şen ve Yıldırım, 2020). Bunlarla birlikte bu meta-analiz çalışması, konuyla ilgili olan ve dâhil etme kriterlerini karşılayan her çalışmayı içerisinde barındırmaktadır. Çalışmalar, içerik olarak teorik açıdan mantıklı olup olmadığına bakılarak değerlendirilmiştir. Yayınlanmış çalışmaları taramak için uygun anahtar kelime kullanılmış ve alanyazın taraması yapılmıştır. Geçerlik ve güvenilirliği sağlamak için atılan adımlar ayrıntılarıyla belirtilmiştir. Bu unsurlardan dolayı, bu çalışma dış geçerliğe sahiptir (Eser, vd., 2022).

BÖLÜM V

SONUÇ VE ÖNERİLER

Meta-analiz çalışmasının bu bölümünde araştırma problemine yönelik sonuçlar açıklanmış ve önerilere yer verilmiştir. Fen eğitiminde sanal laboratuvar kullanımının akademik başarıya etkisini ortaya koymak için gerçekleştirilen meta-analiz çalışmasından elde edilen verilere dayanarak sonuçlara ulaşılmış elde edilen bulgular tartışılmış ve daha sonra yapılacak olan çalışmalar için önerilerde bulunulmuştur.

5.1. Sonuç

Meta-analiz çalışmasının bu bölümünde fen eğitiminde sanal laboratuvar kullanımının akademik başarıya etkisini belirlemek için gerçekleştirilen analizler sonucunda elde edilen verilere dayanarak bazı sonuçlara ulaşılmış, elde edilen bulgular tartışılmıştır.

“Fen eğitiminde sanal laboratuvar kullanımının öğrencilerin akademik başarısına olumlu yönde etkisi var mıdır?” sorusuna cevap aramak amacıyla meta-analizi yapılan 15 çalışmanın ortak etki büyüklüğü değerine bakılmıştır. Tablo 4.6’ya bakıldığında birleştirilmiş etki büyüklüğü 6.85 bulunmuş ve bu birleştirilmiş etki büyüklüğüne ait güven aralığı (2.218; 10.975) içerisinde sıfır değeri içermemesi açısından istatistiksel olarak anlamlıdır yani herhangi bir etkiye ilişkin kanıt vardır yorumlaması yapılabilir.

Yapılan meta-analiz sonucunda elde edilen Şekil 4.1’de sunulan orman grafiğine bakıldığında, bireysel çalışmaların genel etki büyüklüğü değerleri üzerindeki etkileri göz önüne alındığında, birleştirilmiş genel etki üzerine en küçük oranda etkiye sahip olan çalışmanın % 4.60 oranı ile Baş (2022), en büyük oranda etkiye sahip olan çalışmanın ise % 7.33 oranı ile Abdiusta (2024)’e ait olduğu görülmektedir. Bu oransal etkinin, belirtilen çalışmaların örneklem büyüklükleri sebebiyle meta-analizde de ağırlıklı ortalamaların temel alınmasından kaynaklandığı söylenebilir.

Şekil 4.1’de sunulan orman grafiğine bakılarak çalışmaların etki büyüklükleri ayrı ayrı ele alındığında ise en düşük etki büyüklüğünün Aydın (2018)’e ait olduğu, en yüksek etki büyüklüğünün ise Tüter (2024)’e ait olduğu görülmektedir. Yapılan meta-

analizin kapsadığı çalışmalara bir bütün olarak bakıldığında 3.1.6 başlığı altında sunulan bilgiler doğrultusunda Aydın (2018) haricinde çalışmaların neredeyse tamamı pozitif yönde etki göstermektedir. Ulaşılan bu sonuçlara bakıldığında çalışmaların çoğunluğunun pozitif yönde etki göstermesi; fen eğitiminde sanal laboratuvar kullanımının, programda kullanılan geleneksel öğretim yöntemine yani geleneksel laboratuvarlara göre akademik başarı üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu söyleyebilmemize olanak sağlar. 15 çalışmayı kapsayan genel etki büyüklüğü hesaplanmıştır (6.85) ve bu değer Cohen (1988) sınıflandırmasına göre geniş, Thalheimer ve Cook (2002) sınıflamasına göre de muazzam düzeydedir. Bu sınıflandırmanın standartları yöntem kısmında sunulmuştur.

Şekil 4.1’de sunulan orman grafiğine bakılarak çıkarılan sonuçlar doğrultusunda bireysel çalışmalardan; Karagöz Mırçık (2019), Aydın (2018), Meral (2018) ve kısmen de olsa Demir (2018)’in ilgili güven aralıkları dâhilindeki etki büyüklüğünün istatistiksel olarak manidar olmadığı göze çarpmaktadır. Bunun sebebinin, belirtilen çalışmaların güven aralıklarının etkisizlik çizgisinden geçmesi olduğunun ayrıntılı açıklaması yöntem kısmında verilmiştir.

Yine Şekil 4.1’de sunulan orman grafiği siyah karelerin etkisizlik çizgisinin sağında ve solunda olma durumuna göre bütüncül bir şekilde incelendiğinde, etkisizlik çizgisinin solunda olan yani kontrol grubu lehine sonuç bildiren çalışma sayısının deney grubu lehine sonuç bildiren çalışma sayısından daha az olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Elmas şeklinde olan görsel, çalışmalara ilişkin birleştirilmiş sonucu yani genel etki büyüklüğünü ve genel etki büyüklüğüne ilişkin güven aralığını temsil etmekte olup meta-analize dâhil edilen 15 çalışmaya ilişkin birleştirilmiş sonuç %95 güven aralığında ve sıfır değerini içermediğinden deney grubu lehine anlamlı bir farklılık söz konusu olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Yapılan yayın yanlılığı istatistikleri sonucunda ilk olarak Şekil 4.2’de sunulan huni grafiği incelendiğinde büyük çoğunluğunun %95 güven aralığının dışında olduğu göze çarpmaktadır. %95 güven aralığının dışındaki çalışma sayısının çok fazla olması ve örneklem büyüklüğünün küçük olması sebebiyle muhtemel bir heterojenliğin olduğu sonucuna ulaşılmıştır ve bu aşamadan sonra diğer yayın yanlılığı testleri yapılmıştır.

Tablo 4.11’de sunulan bu testlerin sonuçları doğrultusunda, Rosenthal (1979) yöntemine göre güvenli N değeri (hata koruma sayısı/fail-safe N) 1714 olarak

hesaplanmıştır. Bu değer, araştırma sonuçlarını çürütmek için 1714 çalışmaya ihtiyaç olduğunu görülmektedir. Şen ve Yıldırım (2020)'a göre bu sayı oldukça fazla olduğu için güvenli N analizlerine bakıldığında, alanyazın taraması sonucunda da bu sayıda çalışmaya ulaşmak mümkün olmadığından, çalışma geçerlidir ve yayın yanlılığı yoktur denilebilir.

Yine Begg ve Mazumdar sıra korelasyon değerine bakıldığında $p=0.169$; Egger'in regresyonunda ise $p=0.138$ olarak hesaplanmıştır. Bu değerler, istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir korelasyon bulunduğunun ($p>0.05$) göstergesi olup yayın yanlılığının olmadığını kanıtlamıştır. Ayrıca Duval ve Tweedie (2000)'nin olası bir yayın yanlılığı durumunda yapılması gereken bir çözüm olarak ortaya koyduğu kırılan ve eklenen çalışma sayısı Tablo 4.10'da 0 olarak sunulmuştur. Bu değerle de yapılan meta-analiz çalışmasında yayın yanlılığının olmadığı kanıtlanmıştır.

İncelemeler sonucunda, fen bilimleri eğitiminde sanal laboratuvar kullanımının akademik başarıya olan etkisinin geleneksel laboratuvar kullanımının etkisine oranla daha fazla olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Sanal laboratuvar destekli öğretime dayalı öğrenmenin akademik başarı üzerindeki olumlu etkisini gösterecek bireysel çalışmalar mevcuttur (Abdiusta, 2024; Açıslı ve Turgut, 2011; Aydın, 2018; Baş, 2022; Canöz, 2020; Demir, 2018; Doğan, 2024; Duman, 2015; Erdoğan, 2022; Karagöz Mırçık, 2018; Koç Ünal, 2019; Kunduz, 2013; Meral, 2018; Özeler 2024; Tatlı, 2011; Tüter 2024). Ancak yapılan alanyazın taraması sonucunda görülmüştür ki fen eğitiminde sanal laboratuvar kullanımı ile ilgili yapılmış çalışmaların derlendiği bir meta-analiz çalışması bulunmamaktadır.

Yapılan çalışmanın örneklem büyüklüğü ($k=15$) sonuçların yorumlanabilmesi açısından yeteri düzeydedir. Araştırma sürecinde analize alınacak veya alınmayacak çalışmalar nedenleri ile açıklanmıştır. Analizler sonucu güvenilirlik yüksek çıkmıştır ve bu unsurlardan dolayı çalışma iç geçerliğe sahiptir (Şen ve Yıldırım, 2020). Bunlarla birlikte bu meta-analiz çalışması, konuyla ilgili olan ve dâhil etme kriterlerini karşılayan her çalışmayı içerisinde barındırmaktadır. Çalışmalar, içerik olarak teorik açıdan mantıklı olup olmadığına bakılarak değerlendirilmiştir. Yayınlanmış çalışmaları taramak için uygun anahtar kelime kullanılmış ve alanyazın taraması yapılmıştır. Geçerlik ve güvenilirliği sağlamak için atılan adımlar çalışma süresince ayrıntılarıyla

belirtilmiştir. Bu unsurlardan dolayı, bu çalışma Şen ve Yıldırım (2020)'e göre dış geçerliğe de sahiptir.

Yapılan bu çalışmada sanal laboratuvar etkinliklerinin geleneksel laboratuvar etkinliklerine kıyasla öğrencinin akademik başarısını artırmada daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Bu nedenle fen eğitiminde kullanılabilecek sanal laboratuvarların sayısı artırılabilir veya mevcut olan sanal laboratuvarlar içerik olarak geliştirilebilir.

Tablo 2.3'te sunulan sanal laboratuvar uygulamaları yürürlükte olan fen bilimleri öğretim programında yer alan kazanım ve konular kapsamında incelendiği zaman yetersiz bulunmuştur. Akademik başarı üzerine olumlu etkisinin sunulduğu bu çalışma sonucunda, kullanılmakta olan uygulamaların içerik açısından geliştirilmesi ve öğretim materyali olarak daha fazla kullanılması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

2024 yılında yürürlüğe giren Maarif Model, eğitimde teknoloji entegrasyonunu teşvik eden yenilikçi bir yaklaşım sunar. Bu model kapsamında fen bilimleri derslerinde sanal laboratuvar kullanımı, öğrencilere deney yapma fırsatı tanıyarak onların bilimsel kavramları daha iyi anlamalarına yardımcı olur. Sanal laboratuvarlar, fiziksel sınırlamaları ortadan kaldırarak öğrencilere çeşitli deneyleri güvenli bir şekilde yapma imkânı sağlar. Öğrenciler, sanal ortamda malzemeleri seçip deneyleri gerçekleştirebilir, sonuçları gözlemleyebilir ve hatta farklı senaryoları test edebilirler. Maarif modele göre bu durum, öğrenmeyi daha etkileşimli hale getirir ve öğrencilerin merakını artırır. Ayrıca, sanal laboratuvarlar analiz, problem çözme ve takım çalışması gibi becerilerin geliştirilmesine de olanak tanır. Öğretmenler, bu süreçte öğrencilere rehberlik ederek, deneylerin teorik arka planını ve analiz yöntemlerini öğretirler. Bu şekilde, öğrenci merkezli bir öğrenme ortamı oluşturulmuş olur.

Sonuç olarak, Maarif Modeli içerisinde sanal laboratuvarlar, fen bilimleri eğitimini zenginleştiren, doğruluk ve güvenilirlik sağlayan, interaktif ve ilgi çekici bir araç olarak yer alır. Yapılan bu çalışmada da model kapsamında sunulan bu bilgileri destekleyecek sonuçlara ulaşılmıştır.

5.2. Öneriler

Yapılan bu çalışmada sanal laboratuvar etkinliklerinin geleneksel laboratuvar etkinliklerine kıyasla öğrencinin akademik başarısını artırmada daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Bu nedenle fen eğitiminde kullanılabilecek sanal laboratuvarların sayısı artırılabilir veya mevcut olan sanal laboratuvarlar içerik olarak geliştirilebilir.

Yapılan çalışmanın sonucu göz önüne alındığında yüksek bir etkinin varlığı görüldüğünden öğretim yöntemi olarak sanal laboratuvar kullanımının arttırılması önerilmektedir. Öğretmenler ve öğrenciler bu konuda yetkinliklerini arttırmalıdır.

Yapılan bu meta-analiz çalışmasında sanal laboratuvar kullanımının fen eğitiminde öğrencilerin akademik başarısına etkisi genel olarak değerlendirilmiştir. Aynı konu üzerinde çalışma yapacak diğer araştırmacılara, farklı temalar ve bu temalara etki eden değişkenler üzerine çalışma yapmaları önerilmektedir.

Öğrenme-öğretme süreçlerinde sanal laboratuvarların kullanımının yaygınlaşmasının hem öğretmenlere kolaylık sağlayacağı hem de öğrencilerin ilgi ve motivasyonlarını artıracığı düşünülmektedir.

Gerçekleştirilen çalışmada yurt içinde yapılan ve sadece YÖK Ulusal Tez Merkezi üzerinden erişim sağlanabilen çalışmalar incelenmiştir. Zaman problemi olmayan araştırmacılar, makaleleri ve yayınlanmamış kaynakları araştırabilirler ve ayrıca uluslararası karşılaştırmalar da yapılabilirler.

KAYNAKÇA

*Meta analize dâhil edilen çalışmaları belirtmektedir.

- *Abdiusta, E. (2024). *İlkokul 4. sınıf Fen Bilimleri dersinde uygulanan sanal laboratuvar uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarına ve öğrenmenin kalıcılığına etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kastamonu.
- Abdullah, W. D., Afikah, A., Apino, E., Supahar, S. & Jumadi, J. (2024). Moderator effect of mobile learning on students' achievement in physics: a meta-analysis. *Journal of Baltic Science Education*, 23(2), 187-207.
- Acar, S. (2011). *Bilgisayar destekli öğretimin öğrencinin fizik kimya biyoloji ve matematik alanlarındaki tutumlarına olan etkisinin meta analiz yöntemi ile incelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Açıışlı, S., ve Turgut, Ü. (2011). The Examination of the Influence of the Materials Generated In Compliance With 5E Learning Model on Physics Laboratory Applications. *International Online Journal of Educational Sciences*, 3(2), 562-593.
- Ademoğlu, E. (2021). *FeTeMM eğitiminin öğrencilerin fen bilimleri dersi başarıları üzerine etkililiği: Bir meta analiz çalışması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Malatya.
- Akgün, Ö. E. (2005). Bilgisayar destekli ve fen bilgisi laboratuvarında yapılan gösterim deneylerinin öğrencilerin fen bilgisi başarıları ve tutumları üzerindeki etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(1), 1-20.
- Akgün, S. (2008). *Fen bilgisi öğretiminde laboratuvar kullanımının öğrencilerin başarılarına disiplinler arası etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kars.
- Akkâğıt, Ş. F. ve Tekin, A. (2012). Simülasyon tabanlı öğrenmenin ortaöğretim öğrencilerinin temel elektronik ve ölçme dersindeki başarılarına etkisi. *Ege Eğitim Dergisi*, 13(2), 1-12.
- Akpınar, E., Aktamış, H. ve Ergin, Ö. (2005). Fen Bilgisi dersinde eğitim teknolojisi kullanılmasına ilişkin öğrenci görüşleri. *Turkish Online*, 4(1), 93-100.
- Aktaş, H. B. (2022). *Fen eğitiminde dijital öyküleme yöntemi kullanımının öğrencilerin akademik başarılarına etkisi: Bir meta-analiz çalışması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Adıyaman Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Adıyaman.
- Aktaş, N. (2024). *Fen eğitiminde alternatif ölçme değerlendirme yaklaşımlarının etkililiği: Bir meta analiz çalışması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Manisa.

- Alper Uçar, B. (2008). *Birlikte deneyle öğrenme tekniğinin 9. sınıf öğrencilerinin fizik dersindeki akademik başarılarına etkisi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Aydın.
- Alpar, D., Batdal, G. ve Avcı, Y. (2007). Öğrenci merkezli eğitimde eğitim teknolojileri uygulamaları. *Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(1), 19-31.
- Aşık, Z., ve Özen, M. (2019). Meta-analysis steps and reporting. *Turkish Journal of Family Medicine and Primary Care*, 13(2), 232-240.
- Aydemir, İ., Doğan, İ., ve Esatoğlu, A. E. (2023). Mid-Term Meta-Analysis Results of Carotid Artery Stenting and Carotid Endarterectomy Based on Randomized Controlled Studies. *Türkiye Klinikleri Journal of Health Sciences/Türkiye Klinikleri Sağlık Bilimleri Dergisi*, 8(3),487-502.
- *Aydın, Ş. Z. N. (2018). *Fen bilgisi dersi öğretiminde sanal laboratuvar uygulamasının kullanılması ve değerlendirilmesi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Aydogdu, C. (2018). Historical development of laboratory in the elementary school science program in Turkey. *Education Research Highlights in Mathematics, Science and Technology 2018*, (141-174).
- Backer, K. & Park, K. (2011). Effects of integrative approaches among science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects on students' learning: A preliminary meta-analysis. *Journal of STEM Education*, 12(5&6), 23-38.
- Bahar, M., Yener, D., Yılmaz M. ve Emen, H., Gürer, F. (2018). 2018 Fen bilimleri öğretim programı kazanımlarındaki değişimler ve fen teknoloji matematik mühendislik (STEM) entegrasyonu. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18 (2), 702-735.
- Bakioğlu, A. ve Özcan, Ş. (2016). *Meta-analiz*. (1.Baskı). Nobel Yayıncılık.
- Bakioğlu, A., ve Göktaş, E. (2020). Ortaokul matematik ve fen bilimleri derslerinde işbirlikli öğrenmenin başarıya etkisi: Bir meta-analiz çalışması. *Harran Maarif Dergisi*, 5(1), 1-30.
- Balcı, S., ve Baydemir, C. (2015). Sağlık bilimlerinde meta analiz. *Kocaeli Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 1(1), 9-11.
- *Baş, K. (2022). *Fen eğitiminde sanal laboratuvar uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarına ve fen tutumlarına etkisi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Başar, T. ve Demiral Ü. (2019). “2013, 2017 ve 2018 fen bilimleri dersi öğretim programlarının karşılaştırılması”. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi*, 33(1), 261-292.
- Başol, G., Doğuyurt, M. F., ve Demir, S. (2016). A content analysis and methodological evaluation of meta-analyses on Turkish samples. *International Journal of Human Sciences*, 13(1), 714-745.
- Bayır, E. (2023). *Ortaokul fen bilimleri dersinde geleneksel ve yenilikçi fen laboratuvarlarının etkin kullanımına yönelik öğretmen görüşleri*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Burdur.

- Begg, C. B., & Berlin, J. A. (1988). Publication bias: a problem in interpreting medical data. *Journal of the Royal Statistical Society Series A: Statistics in Society*, 151(3), 419-445.
- Begg, C. B., & Mazumdar, M. (1994). Operating characteristics of a rank correlation test for publication bias. *Biometrics*, 50(4), 1088-1101.
- Borenstein, M., Hedges L., Higgins J. & Rothstein H. (2009). *Introduction to meta-analysis*. (Firsth edition). A John Wiley and Sons, Ltd., Publication.
- Boz, S. (2023). *STEM eğitiminin öğrencilerin fen başarısına etkisi: Bir meta-analiz çalışması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aksaray.
- Bozkurt, E. (2008). *Fizik eğitiminde hazırlanan bir sanal laboratuvar uygulamasının öğrenci başarısına etkisi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Bozkurt, E., ve Sarıkoç, A. (2008). Fizik eğitiminde sanal laboratuvar, geleneksel laboratuvarın yerini tutabilir mi. *Selçuk Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25, 89-100.
- Böyük, U., Demir, S., ve Erol, M. (2010). Fen ve teknoloji dersi öğretmenlerinin laboratuvar çalışmalarına yönelik yeterlik görüşlerinin farklı değişkenlere göre incelenmesi. *TÜBAV bilim dergisi*, 3(4), 342-349.
- Büyükkara, S. (2011). *İlköğretim 8. sınıf fen ve teknoloji dersi ses ünitesinin bilgisayar simülasyonları ve animasyonları ile öğretiminin öğrenci başarı ve tutumu üzerine etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Büyüköztürk, Ş. (2020). *Eğitimde bilimsel araştırma yöntemleri* (49. Baskı). Pegem Akademi Yayıncılık.
- Canbulat, G. (2024). *Fen eğitiminde harmanlanmış öğrenmenin akademik başarıya etkisi: Bir meta-analiz çalışması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Uşak Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Uşak.
- *Canöz, G. M. (2020). *Argüman tabanlı sanal laboratuvar uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin akademik başarı argümantasyon seviyeleri ve girişimcilik becerileri üzerine etkisinin incelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Cansever, S. (2022). *Fen eğitiminde laboratuvar destekli öğretimin öğrencilerin akademik başarı, tutum ve bilimsel süreç becerilerine etkisi: Bir meta-analiz çalışması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas.
- Card, N. A., Bosch, L., Casper, D. M., Wiggs, C. B., Hawkins, S. A., Schlomer, G. L., & Borden, L. M. (2011). A meta-analytic review of internalizing, externalizing, and academic adjustment among children of deployed military service members. *Journal of Family Psychology*, 25(4), 508.
- Card, N. A. (2012). *Applied meta-analysis for social science research*. The Guilford Publications.
- Cemaloğlu, N. 2024. *Bilimsel araştırma teknikleri ve etik*. (7. Baskı). Pegem Yayıncılık. Ankara

- Çankaya, B., ve Girgin, S. (2023). Eğitim teknolojilerine yeni bir bakış: sanal laboratuvar. A. Gül ve S. Benzer. (Editörler). Fen eğitimi araştırmalarına güncel bakış-VIII. Akademisyen Kitabevi, ss. 67–76.
- Çankırılıoğlu, Ş. (2023). *Bilgisayar destekli eğitimin fen bilimleri dersi akademik başarısına etkisi: Bir meta-analiz çalışması*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Ağrı.
- Çepni, S. (Ed.). (2019). *Kuramdan uygulamaya fen ve teknoloji öğretim*. (14. baskı). Pegem Akademi Yayıncılık. Ankara.
- Çinici, A., Özden, M., Akgün, A., Ekici, M. ve Yalçın, H. (2013). Sanal ve geleneksel laboratuvar uygulamalarının 5. sınıf öğrencilerinin ışık ve ses ünitesiyle ilgili başarıları üzerine etkisinin karşılaştırılması. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(2), 92-106.
- DeCoster, P. A. (2017). *How self-efficacy is perceived by urban high school students*. University of Connecticut.
- Değerli, M. (2021). *Fen eğitiminde STEM yaklaşımının etkililiği: Bir meta analiz çalışması*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.
- *Demir, A. (2018). *Kuvvet ve hareket konusunda sanal fen laboratuvarı kullanımının öğrenci başarısına etkisi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Uşak Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Uşak.
- Demir, G. (2022). *Fen eğitiminde kullanılan FETEMM eğitim yaklaşımının ulusal düzeydeki etkililiğinin incelenmesi: Bir meta-analiz çalışması*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Ağrı.
- Demirhan, S. (2012). *Fen ve teknoloji öğretmenlerinin bilgi ve iletişim teknolojilerine ilişkin özyeterlik algıları ve bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanım durumları (Denizli ili örneği)*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Demirtaş Yılmaz, F. (2014). *Fen eğitiminde laboratuvar destekli öğretim yönteminin öğrenci başarısı üzerindeki etkisinin meta analiz ile incelenmesi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Deveci, İ. (2018). Türkiye’de 2013 ve 2018 yılı fen bilimleri dersi öğretim programlarının temel öğeler açısından karşılaştırılması. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(2), 799-825.
- Dinçer, S. (2015). Effects of computer assisted learning on students achievements in Turkey: A meta-analysis. *Journal of Turkish Science Education*, 12(1), 99-118.
- Dinçer, S. (2015). *Farklı eğitsel arayüzler kullanılarak hazırlanan bilgisayar destekli öğretim yazılımlarının öğrencilerin akademik başarılarına, motivasyonlarına, derse ilgilerine, bilgisayar destekli öğretimi değerlendirmelerine ve bilişsel yüklerine etkisi*. Yayımlanmış Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.
- Dinçer, S. ve Güçlü, M. (2013). Fen bilgisi eğitiminde bilgisayar destekli simülasyon kullanımının etkililiği ve yeni yönelimler: Bir meta-analiz çalışması. *International Journal of Human Sciences*, 10(Special Issue), 35-48.

- *Doğan, E. (2024). *6. sınıf yoğunluk konusu üzerine sanal laboratuvar uygulamalarının akademik başarıya, tutuma ve kalıcılığa etkisi*. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Dong, Z., Chiu, M.M., Zhou, S & Zhang, Z. (2023). The effect of mobile learning on school-aged students'science achievement: A meta-analysis. *Education and Information Technologies* 29(1), 517-544.
- *Duman, M.Ş. (2015). *8.sınıf öğrencilerinin 'Maddenin Halleri ve Isı' ünitesinde karşılaşılan kavram yanlışlarının belirlenmesi ve giderilmesine, başarı düzeylerine ve öğrenilenlerin kalıcılığına sanal laboratuvar uygulamalarının etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Mersin.
- Duman, M. Ş. ve Avcı, G. (2016). Sanal laboratuvar uygulamalarının öğrenci başarısına ve öğrenilenlerin kalıcılığına etkisi. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(1), 13-33.
- Durak Men, D. (2018). *Web tabanlı öğretimin fen başarısı ve fen dersine yönelik tutuma etkisi: Bir meta analiz çalışması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas.
- Düşkün, İ. ve Ünal, İ. (2016). Modelle öğretim yönteminin fen eğitimindeki yeri ve önemi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 4(6), 1-18.
- Egger, M., Smith, G. D., Schneider, M., & Minder, C. (1997). Bias in meta-analysis detected by a simple, graphical test. *BMJ*, 315(7109), 629-634.
- Ekici, M. (2015). *Fen bilimleri öğretmenlerinin sanal laboratuvar hakkındaki görüşleri ve bu yöntemden faydalanma düzeyleri*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Adıyaman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adıyaman.
- Ekinci Ünyeli, Ö. (2024). *Türkiye'de fen eğitiminde artırılmış gerçeklik uygulamalarının akademik başarı ve kalıcılığa etkisi: Bir meta analiz çalışması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Erdan, S. (2014). *Sanal laboratuvarın, öğrenenlerin akademik başarılarına ve algılanan öğrenmelerine etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Osman Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- *Erdoğan, Ş. (2022). *Geometrik optik konularında hazırlanmış bir sanal laboratuvar uygulamasının öğrencilerin kavramsal anlamaları ve başarıları üzerine etkisi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Eser, M. T., Yurtçu M. ve Aksu G. (2022). *R programa dili ve jamovi ile meta analiz uygulamaları*. (3.baskı). Pegem Yayıncılık.
- Gümüş, B. (2022). *Fen eğitiminde gerçekleştirilen STEM uygulamalarının farklı değişkenler açısından incelenmesi: Bir meta-analiz çalışması*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bolu.

- Günlü, E. (2019). *Ortaokul fen bilimleri öğretmenlerinin sanal laboratuvar kullanımının fen öğreniminde uygulanabilirliği hakkındaki görüşleri*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Mersin.
- Güvercin, Z. (2010). *Fizik dersinde simülasyon destekli yazılımın öğrencilerin akademik başarısına, tutumlarına ve kalıcılığa etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.
- Hak, T., Rhee, H., & Suurmond, R. (2016). How to interpret results of meta-analysis. Available at SSRN 3241367.
- Hançer, A. H., Şensoy, Ö. ve Yıldırım, H. İ. (2003). İlköğretimde çağdaş fen bilgisi öğretiminin önemi ve nasıl olması gerektiği üzerine bir değerlendirme. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(13), 80-88.
- Hedges, L. V. (1992). Meta-analysis. *Journal of Educational Statistics*, 17(4), 279-296.
- Hofstein, A. (2004). The laboratory in chemistry education: Thirty years of experience with developments, implementation, and research. *Chemistry education research and practice*, 5(3), 247-264.
- Hür, G. (2021). PRISMA kontrol listesi 2020 güncellemesi. *Online Turkish Journal of Health Sciences*, 6(4), 603-605.
- İçelli, O., Polat, R. ve Sülün, A. (2007). *Fen bilgisi laboratuvar uygulamalarında, yaratıcı proje desenleri*. (1. baskı). Maya Akademi Yayınevi.
- İnce, E. Y. ve Kutlu, A. (2014). Web tabanlı laboratuvarlar. Akademik Bilişim Konferansı, 14, (441-448).
- İşman, A. (2022). *Uzaktan eğitim*. (5. baskı). Pegem Akademi Yayıncılık.
- Kaba A. U. (2012). *Uzaktan fen eğitiminde destek materyal olarak sanal laboratuvar uygulamalarının etkililiği*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Karaçam, Z. (2013). Sistemik derleme metodolojisi: Sistemik derleme hazırlamak için bir rehber. *Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Elektronik Dergisi*, 6(1), 26-33.
- Karataş, F.R. (2024). *Fen bilimleri eğitiminde 21. yy becerilerini odak alan STEM eğitimi üzerine yapılan çalışmaların incelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Kapıcı H. Ö. (2021). *The effects of virtual and hands-on laboratory environments on the conceptual knowledge, inquiry skills and attitudes of middle school students*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kaptan, F. (1998). *Fen bilgisi öğretimi*. (2. baskı). Anı Yayıncılık.
- *Karagöz Mırçık, Ö. (2018). *Basit elektrik devreleri konusu ile ilgili kavramların öğretiminde sanal laboratuvar destekli 7e öğretim modelinin öğrencilerin zihinsel modelleri üzerindeki etkileri*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

- Kardaş, N., Anagün, Ş. S, ve Yalçınoglu, P. (2014). Problem çözme envanterini ilköğretim öğrencilerine uyarlama çalışması: doğrulayıcı faktör analizi sonuçları. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 13(51), 182-194.
- Kılıç Mocan, D., Keleş, Ö., ve Uzun, N. (2015). Fen bilimleri öğretmenlerinin laboratuvar kullanımına yönelik özyeterlik inançları: Laboratuvar uygulamaları programının etkisi. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(1), 218-236.
- *Koç Ünal, İ. (2019) *Sanal ve gerçek laboratuvar uygulamalarının, 5. sınıf fen dersi elektrik ünitesi öğretiminde öğrencilerin akademik başarıları üzerine etkisinin incelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Konur, K. B., Sezen, G. ve Tekbıyık, A. (2008). Fen ve teknoloji derslerinde yapılandırmacı yaklaşıma dayalı etkinliklerde öğretim teknolojilerinin kullanılabilirliğine yönelik öğretmen görüşleri. The 8th International Educational Technology Conference, Eskişehir.
- Kozcu N. (2006) *Fen bilgisi dersinde laboratuvar yöntemiyle öğretimin öğrenci başarısına, hatırd tutma düzeyine ve duyuşsal özellikler üzerine etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
- Kundakçı, M. (2021). *STEM etkinliklerinin fen bilimleri dersinde akademik başarı ve derse yönelik tutuma etkisi: Sistematik inceleme ve meta-analiz çalışması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas.
- *Kunduz, N. (2013). *Animasyonlarla öğretimin ve eğitsel oyunların çöktürme titrimetrisi konusunda akademik başarı üzerine etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Lipsey, M. W. & Wilson, S. J. (2000). Wilderness challenge programs for delinquent youth: A meta-analysis of outcome evaluations. *Evaluation and program planning*, 23(1), 1-12.
- MEB, (2005). Fen Bilimleri Öğretim Programı
- MEB, (2013). Fen Bilimleri Öğretim Programı
- MEB, (2015). Fen Bilimleri Öğretim Programı
- MEB, (2018). Fen Bilimleri Öğretim Programı
- MEB, (2024). Fen Bilimleri Öğretim Programı
- *Meral, A. (2018). *Web tabanlı sanal fen ve teknoloji laboratuvar etkinliklerinin öğrencilerin başarısına ve motivasyonuna etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.
- Mercan, M., Filiz, A., Göçer, İ. ve Özsoy, N. (2009). Bilgisayar destekli eğitim ve bilgisayar destekli öğretimin dünyada ve Türkiye’de uygulamaları. *Akademik Bilişim 9*, (369-372).
- Mulenga, E. M. ve Marbán, J. M. (2020). Is COVID-19 The gateway for digital learning in mathematics education. *Contemporary Educational Technology*, 12(2), 269.

- Mutlu, M. E., Öztürk, M. C. ve Çetinöz, N. (2002). Alternatif eğitim araçlarıyla zenginleştirilmiş internete dayalı eğitim modeli.
- Mutlu, A. (2015). *Genel kimya düzeyinde gerçek ve sanal laboratuvar ortamlarında gerçekleştirilen rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin öğrenme sürecine etkisi*. Yayımlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Mutlu Bayraktar, D., ve Camnalbur, M. (2018). İşbirlikli Öğrenmenin Akademik Başarı Üzerine Etkisi: Bir Meta-Analiz Çalışması. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 7(2), 1149-1172.
- Özaşkın Arslan, A. G. (2023). *Fen bilgisi öğretiminde genişletilmiş gerçeklik uygulamalarının etkililiği üzerine bir meta-analiz çalışması*. Yayımlanmamış Doktora Tezi, Amasya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Amasya.
- Özcan, B. A., Yeşilkaya, B., Yılmaz, H. Ö., Günal, A. M., & Özdemir, A. A. (2021). Effects of adherence to the Mediterranean diet on depression, anxiety, and sleep quality during the Covid-19 pandemic in Turkey. *International Journal of Innovative Research and Reviews*, 5(2), 39-44.
- Özdemirli Çapar, G. (2011). *İşbirlikçi öğrenme yönteminin öğrencinin matematik başarıları ve matematiğe ilişkin tutumu üzerindeki etkililiği: Bir meta-analiz çalışması*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- *Özeler, E. (2024). *Maddenin tanecikli yapısı konusunun öğretiminde sanal laboratuvar uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin başarılarına*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Özer, İ. , Canbazoğlu Bilici, S. ve Karahan, E. (2015). Fen bilimleri dersinde algodoo kullanımına yönelik öğrenci görüşleri. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(1), 28-40.
- Özmen, H. ve Yiğit, N. (2005). Fen bilgisi öğretiminde laboratuvar kullanımı. (2. baskı). Anı Yayıncılık.
- Özkütük, N. ve Orgun, F. (2001). *Eğitim teknolojilerini doğru kullanabiliyor muyuz. I. Uluslararası Eğitim Teknolojileri Sempozyumu*, Sakarya.
- Öztürk, M. (2008). *John Dewey'in eğitim felsefesi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Page, M. J., Moher, D., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., ... & McKenzie, J. E. (2021). PRISMA 2020 explanation and elaboration: Updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews. *The BMJ*, 372(160), 1-36.
- Petite, H., Viateau, V., Bensaid, W., Meunier, A., de Pollak, C., Bourguignon, M., ... & Guillemain, G. (2000). Tissue-engineered bone regeneration. *Nature biotechnology*, 18(9), 959-963.
- Pınar, M. A. ve Dönel Akgül, G. (2021). Sanal ve geleneksel laboratuvar uygulamalarının 7. sınıf öğrencilerinin kuvvet ve enerji ünitesiyle ilgili ders tutum ve motivasyonlarına etkisinin karşılaştırılması. *Akdeniz Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(2), 13-25.

- Polat, C. ve Odabaş, H. (2008). Bilgi toplumunda yaşam boyu öğrenmenin anahtarı: bilgi okuryazarlığı. *Küreselleşme, Demokratikleşme ve Türkiye Uluslararası Sempozyumu Bildiri Kitabı*, (27-30). Antalya.
- Rosenthal, R. (1979). The file drawer problem and tolerance for null results. *Psychological bulletin*, 86(3), 638.
- Sarioğlu, A. B., Altaş, R. ve Şen, R. (2020). Uzaktan eğitim sürecinde fen bilimleri dersinde deney yapmaya ilişkin öğretmen görüşlerinin araştırılması. *Milli Eğitim Dergisi*, 49(1), 371-394.
- Seven, A. ve Engin, A. (2018). Fen bilimleri eğitiminde laboratuvarın önemi. *Turan: Stratejik Araştırmalar Merkezi*, 10(38), 256-265.
- Stata, A. (2021). *Stata Data Management Reference Manuel Release*. (18. Edition). A Stata Press Publication.
- Şen, Z. (2017). Innovative trend significance test and applications. *Theoretical and applied climatology*, 127, 939-947.
- Şen, S. ve Yıldırım, İ. (2020). *CMA ile meta-analiz uygulamaları*. (1. baskı). Anı Yayıncılık.
- Şimşek, A., Özdamar, N., Becit, G., Kılıçer, K., Akbulut, Y. ve Yıldırım, Y. (2008). Türkiye'deki eğitim teknolojisi araştırmalarında güncel eğilimler. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 19, 439-458.
- Taşkın, Ö. (2008). *Fen ve teknoloji öğretiminde yeni yaklaşımlar* (1. baskı). Pegem Akademi Yayıncılık.
- *Tatlı, Z. (2011). *Ortaöğretim 9. sınıf kimyasal değişimler ünitesine yönelik sanal kimya laboratuvarı deneylerinin geliştirilmesi uygulanması ve değerlendirilmesi*. Yayımlanmamış Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Temizyürek, F. (2003). Türkçe öğretiminde çocuk edebiyatının önemi. *Türklük Bilimi Araştırmaları*, (13), 161.
- Tekbıyık, A., Birinci Konur, K. ve Pırasa, N. (2008). Effects of Computer Assisted Instruction on Students' Attitudes towards Science Courses in Turkey: A Meta-Analysis. *Online Submission*.
- Tumru Ö. F. (2023). *Sanal ve yüz yüze laboratuvar uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin fen bilimleri dersine yönelik bilimsel süreç becerileri, tutum ve kaygılarına etkisi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Burdur.
- Tuna S. (2023). *Sanal laboratuvar destekli öğretimin öğrencilerin elektrik devreleri konusundaki kavramsal anlamalarına ve tutumlarına etkisi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- *Tüter, A. (2024). *Fizik dersinde sanal laboratuvar uygulamalarının öğrenci akademik başarısına ve derse yönelik tutumuna etkisi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Mersin.
- Uluçınar, Ş., Cansaran, A. ve Karaca, A. (2004). Fen bilimleri laboratuvar uygulamalarının değerlendirilmesi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2(4), 465-475.

- Ünal, B. B. (2017). Web tabanlı uzaktan eğitimin fen bilimleri konularında öğrenci başarısına etkisi. *Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 5(9), 481-490.
- Ürey, M. ve Aydın, M. (2014). Genel biyoloji laboratuvarı kapsamında geliştirilen biyo-lab-web (blw) yönteminin etkililiği ve öğretmen adaylarının görüşleri. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22, 150-167.
- Yaman, E. (2022). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının 21. yy öğrenen becerileri ile eğitim teknolojilerine yönelik öz-yeterlilik düzeyleri arasındaki ilişkinin incelenmesi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Yardımcı, A. B. (2022). Thomas Kuhn ve Bilimin Doğası: Fen Eğitimi ve Bilim Felsefesi Açısından Bir İnceleme. *Tabula Rasa: Felsefe ve Teoloji*, 39, 30-42.
- Yavuz, C. (2022). *Fen bilimleri öğretmenlerinin fen bilimleri dersinde sanal laboratuvar kullanımına yönelik görüşlerinin incelenmesi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Yavuz, S. ve Akçay, M. (2017). Bilgisayar destekli öğretim ile laboratuvar destekli öğretimin öğrencilerin ders başarılarına ve derse karşı tutumlarına etkisinin incelenmesi. *Karaelmas Eğitim Bilimleri Dergisi*, 5(1), 39-48.
- Yiğit, N. ve Akdeniz, A. R. (2003). Fizik öğretiminde bilgisayar destekli etkinliklerin öğrenci kazanımları üzerine etkisi elektrik devreleri örneği. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(3), 99-113.
- Yiğit, E. Ö. (2011). *Sosyal bilgiler öğretmen adaylarının teknoloji okuryazarlığı düzeylerinin ve teknoloji ile bütünleştirilmiş sosyal bilgiler öğretimine yönelik görüşlerinin belirlenmesi*. Yayımlanmamış Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Yıldırım, E. A. (2022). *Fizik öğretiminde akıllı telefon kullanımı geometrik optik örneği*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yılmaz, N. (2002). *Verilerin değerlendirilmesinde meta analizi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Xu, W. W., Su, C. Y., Hu, Y., & Chen, C. H. (2022). Exploring the effectiveness and moderators of augmented reality on science learning: A meta-analysis. *Journal of Science Education and Technology*, 31(5), 621-637.

EKLER

EK 1. Kodlama Formu

EK 2. Araştırmada İncelenen Çalışmaların Karakteristik Özellikleri Tablosu

EK 3. PRISMA Protokolü Kontrol Çizelgesi

EK 4. PRISMA Protokolü Özet Kontrol Çizelgesi



EK 1

KODLAMA FORMU

1. Çalışma Kimliği:

1- Çalışma Adı:

2- Çalışmanın Yazarı/Yazarları:

3- Çalışma Yılı:

4- Toplam Örneklem Büyüklüğü:

2- Çalışmanın Özellikleri

1- Çalışmanın Değişkeni:

2-Çalışmanın Uygulandığı Bölge:

3- Çalışmanın Yayın Türü:

4- Çalışmanın Öğretim Kademesi:

3- Çalışmanın İstatistiksel Verileri

Çalışmanın Deney ve Kontrol Grubu Başarı Testi Tanımlayıcı İstatistikler:

	Deney Grubu			Kontrol Grubu		
	Örneklem Büyüklüğü (N)	Grup Ortalaması (X)	Standart Sapma (SD)	Örneklem Büyüklüğü (N)	Grup Ortalaması (X)	Standart Sapma (SD)
Ön Test						
Son Test						

EK 2

ARAŞTIRMAYA DÂHİL EDİLEN ÇALIŞMALARIN KARAKTERİSTİK ÖZELLİKLERİ

	Çalışma No	Çalışmanın Yazarı	Çalışmanın Yılı	Çalışmanın Adı	Çalışma Türü	Konu Alanı	Çalışma İli	Deney Grubu			Kontrol Grubu		
								Örneklem Büyüklüğü	Ortalama	Standart Sapma	Örneklem Büyüklüğü	Ortalama	Standart Sapma
Ç1	883498	EMRE DOĞAN	2024	6. sınıf yoğunluk konusu üzerine sanal laboratuvar uygulamalarının akademik başarıya, tutuma ve kalıcılığı etkisi	Yüksek Lisans	Fen Bilimleri Eğitimi	Elaazığ	35	80,85	9,66	32	64,84	8,65
Ç2	883466	ENİS ABDÜSTA	2024	İlkokul 4. sınıf Fen Bilimleri dersinde uygulanan sanal laboratuvar uygulamalarının akademik başarılarına ve öğrenimin kalıcılığına etkisi	Yüksek Lisans	Fen Bilimleri Eğitimi	Samsun	65	8,24	1,33	65	6,41	1,96
Ç3	864760	ESRA ÖZELER	2024	Maddenin taneçikli Yapı konusunun öğretiminde sanal laboratuvar uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin başarılarına etkisi	Yüksek Lisans	Fen Bilimleri Eğitimi	Van	93	16,54	3,11	98	13,84	4,89
Ç4	859465	ARZU TÜTER	2024	Fizik dersinde sanal laboratuvar uygulamalarının öğrenci akademik başarılarına ve derse yönelik tutumuna etkisi	Yüksek Lisans	Fizik Eğitimi	Mersin	37	64,43	14,88	37	36,1	11,15
Ç5	754918	ŞÜKRAN ERDOĞAN	2022	Geometrik optik konularında hazırlanmış bir sanal laboratuvar uygulamalarının öğrencilerin kavramsal anlamaları ve başarıları üzerine etkisi	Doktora	Fizik Eğitimi	Konya	29	13,79	4,72	30	9	3,46
Ç6	743559	KÜBRA BAŞ	2022	Fen eğitiminde sanal laboratuvar uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarına ve fen tutumlarına etkisi	Yüksek Lisans	Fen Bilimleri Eğitimi	Antalya	15	68,93	13,83	15	54,47	16,24
Ç7	643155	GÖKÇE MERAL CANOZ	2020	Arguman tabanlı sanal laboratuvar uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin akademik başarı argümanlarının seviyeleri ve gelişimlik becerileri üzerine etkisinin incelenmesi	Yüksek Lisans	Fen Bilimleri Eğitimi	Adana	25	11,68	3,96	25	8,64	2,81
Ç8	583567	İNCİ KOÇ ÜNAL	2019	Sanal ve gerçek laboratuvar uygulamalarının, 5. sınıf fen derisi elektrik ünitesi öğretiminde öğrencilerin akademik başarıları üzerine etkisinin incelenmesi	Yüksek Lisans	Fen Bilimleri Eğitimi	Ankara	27	72	2,78	27	60	2,87
Ç9	494301	ÖZDEN KARAGÖZ MİRÇİK	2018	Basit elektrik devreleri konusunu ile ilgili kavramların öğretiminde sanal laboratuvar destekli 7.e öğretim modelinin öğrencilerin zihinsel modelleri üzerindeki etkileri	Doktora	Fizik Eğitimi	İstanbul	44	50,93	9,72	42	48,81	9,23
Ç10	519879	ŞAHADET ZEYNEP NUR AYDIN	2018	Fen bilgisi derisi öğretiminde sanal laboratuvar uygulamalarının kullanılması ve değerlendirilmesi	Yüksek Lisans	Fen Bilimleri Eğitimi	İstanbul	30	44,5	13,61	30	44,83	9,78
Ç11	511777	AHMET MERAL	2018	Web tabanlı sanal fen ve teknoloji laboratuvar etkinliklerinin öğrencilerin başarısına ve motivasyonuna etkisi	Yüksek Lisans	Fen Bilimleri Eğitimi	Kastamonu	30	80,91	13,78	30	76,29	18,84
Ç12	533357	AYŞE DEMİR	2018	Kuvvet ve hareket konusunda sanal fen laboratuvar kullanımının öğrenci başarısına etkisi	Yüksek Lisans	Fen Bilimleri Eğitimi	Uşak	23	13,13	4,37	25	11	4,38
Ç13	393311	MENEVŞE ŞÜKRAN DUMAN	2015	6.sınıf öğrencilerinin uzay konusundaki tutum ve tutumlarının karşılaşılan kavram yanlışlıklarının belirlenmesi ve giderilmesi, başarı düzeylerine ve öğrenimlerin kalıcılığına sanal laboratuvar uygulamalarının etkisi	Yüksek Lisans	Fen Bilimleri Eğitimi	Mersin	14	22,57	1,78	17	17,23	2,99
Ç14	334739	NAZAN KUNDUZ	2013	Anımsayıcılarla öğretimin ve eğitici oyunların çoktümne titrimetrisi konusunda akademik başarı üzerine etkisi	Yüksek Lisans	Kımya Eğitimi	Ankara	44	11,2	4,66	45	9,16	1,63
Ç15	300415	ZEYNEP TATLI	2011	Ortaöğretim 9. sınıf kımyasal değişimler ünitesine yönelik sanal kımya laboratuvar deneylerinin geliştirilmesi uygulaması ve değerlendirilmesi	Doktora	Kımya Eğitimi	Trabzon	30	59,33	11,12	30	50,83	12,67

EK 3

PRISMA PROTOKOLÜ KONTROL ÇİZELGESİ

PRISMA 2020 Kontrol Listesi			
Bölüm ve Konu	Madde	Kontrol listesi maddesi	Maddenin bildirildiği yer
BAŞLIK			
Başlık	1	Raporu sistematik derleme olarak tanımlayın	
ÖZET			
Özet	2	PRISMA 2020 özetler için kontrol listesine bakın.	
GİRİŞ			
Gerekçe	3	Mevcut bilgi bağlamında derlemenin gerekçesini açıklayın.	
Amaç	4	Derlemenin ele aldığı amaç(lar)ın veya soru(lar)ın açık bir beyanını sağlayın.	
YÖNTEMLER			
Uygunluk kriterleri	5	Derleme için dâhil etme ve hariç tutma kriterlerini ve sentez için çalışmaların nasıl gruplandırıldığını belirtin.	
Bilgi kaynakları	6	Çalışmaları tanımlamak için aranan veya başvurulmuş tüm veri tabanlarını, kayıtları, web sitelerini, kuruluşları, referans listelerini ve diğer kaynakları belirtin. Her kaynağın en son arandığı veya başvurulduğu tarihi belirtin.	
Arama stratejisi	7	Kullanılan filtreler ve sınırlar dâhil olmak üzere tüm veri tabanları, kayıtlar ve web siteleri için tam arama stratejilerini sunun.	
Seçim süreci	8	Bir çalışmanın derlemeye dâhil edilme kriterlerini karşılayıp karşılamadığına karar vermek için her kaydı kaç gözden geçirenin taradığı ve her raporun bağımsız olarak çalışıp çalışmadığı ve uygunsa, süreçte kullanılan otomasyon araçlarının ayrıntıları dâhil, kullanılan yöntemleri belirtin.	
Veri toplama süreci	9	Raporlardan veri toplamak için kullanılan yöntemleri, her bir rapordan kaç gözden geçirenin veri topladığı, bağımsız olarak çalışıp çalışmadıkları, çalışma araştırmacılarından veri alma veya onaylama süreçleri ve varsa, süreçte kullanılan otomasyon araçlarının ayrıntılarını belirtin.	

Veri maddeleri	10a	Verilerin arandığı tüm sonuçları listeleyin ve tanımlayın. Her çalışmada her bir sonuç alanıyla uyumlu olan tüm sonuçların aranıp aranmadığını (örn. tüm ölçümler, zaman noktaları, analizler için) ve değilse, hangi sonuçların toplanacağına karar vermek için kullanılan yöntemleri belirtin.	
	10b	Verilerin arandığı diğer tüm değişkenleri listeleyin ve tanımlayın (örn. katılımcı ve müdahale özellikleri, finansman kaynakları). Eksik veya net olmayan bilgiler hakkında yapılan varsayımları açıklayın.	
Çalışma bias riski değerlendirmesi	11	Dâhil edilen çalışmalardaki bias riskini değerlendirmek için kullanılan yöntemleri, kullanılan araç(lar)ın ayrıntıları, her çalışmayı kaç gözden geçirenin değerlendirdiğini ve bağımsız olarak çalışıp çalışmadıklarını ve varsa, süreçte kullanılan otomasyon araçlarının ayrıntılarını belirtin.	
Etki ölçümleri	12	Her sonuç için, sonuçların sentezinde veya sunumunda kullanılan etki ölçümlerini (örn. risk oranı, ortalama fark) belirtin.	
Sentez yöntemleri	13a	Her bir sentez için hangi çalışmaların uygun olduğuna karar vermek için kullanılan süreçleri tanımlayın (örneğin, çalışma müdahale özelliklerini tablo haline getirmek ve her sentez için planlanan gruplarla karşılaştırma (madde # 5))	
	13b	Eksik özet istatistiklerinin veya veri dönüştürmelerinin işlenmesi gibi verileri sunum veya sentez için hazırlamak için gereken tüm yöntemleri açıklayın.	
	13c	Bireysel çalışmaların ve sentezlerin sonuçlarını tablo haline getirmek veya görsel olarak sunmak için kullanılan tüm yöntemleri açıklayın.	
	13d	Sonuçları sentezlemek için kullanılan yöntemleri açıklayın ve seçim (ler) için bir mantık sağlayın. Meta analiz yapıldıysa, istatistiksel heterojenliğin varlığını ve kapsamını belirlemek için modelleri, yöntemleri ve kullanılan yazılım paketlerini tanımlayın.	
	13e	Çalışma sonuçları arasında olası heterojenlik nedenlerini araştırmak için kullanılan yöntemleri açıklayın (örn. alt grup analizi, meta-regresyon).	
	13f	Sentezlenen sonuçların sağlamlığını değerlendirmek için yapılan tüm duyarlılık analizlerini açıklayın.	
Bias değerlendirmesini raporlama	14	Bir sentezde eksik sonuçlardan kaynaklanan bias riskini değerlendirmek için kullanılan tüm yöntemleri açıklayın (bias bildiriminden kaynaklanan).	

Kesinlik değerlendirmesi	15	Bir sonuca ilişkin kanıtlar bütünü içindeki kesinliği (veya güvenilirliği) değerlendirmek için kullanılan tüm yöntemleri açıklayın.	
SONUÇLAR			
Çalışma seçimi	16a	Araştırmada belirlenen kayıt sayısından derlemeye dâhil edilen çalışma sayısına kadar arama ve seçim sürecinin sonuçlarını ideal olarak bir akış diyagramı kullanarak açıklayın.	
	16b	Dâhil etme kriterlerini karşılıyor gibi görünebilecek, ancak hariç tutulan çalışmalardan alıntı yapın ve neden hariç tutulduklarını açıklayın.	
Çalışma özellikleri	17	Dâhil edilen her bir çalışmadan alıntı yapın ve özelliklerini sunun.	
Çalışmalarda bias riski	18	Dâhil edilen her çalışma için bias riski değerlendirmelerini sunun.	
Bireysel çalışmaların sonuçları	19	Tüm sonuçlar için, her çalışma için şunları sunun: (a) her grup için özet istatistikler (uygun olduğunda) ve (b) ideal olarak yapılandırılmış tablolar veya grafikler kullanarak bir etki tahmini ve kesinliği (örn. güvenilirlik/güven aralığı).	
Çalışma seçimi	20a	Her sentez için, katkıda bulunan çalışmaların özelliklerini ve bias riskini kısaca özetleyin.	
	20b	Yapılan tüm istatistiksel sentezlerin sonuçlarını sunun. Meta-analiz yapıldıysa her bir özet tahmini ve kesinliğini (örn. Güvenirlik/güven aralığı) ve istatistiksel heterojenlik ölçümlerini sunun. Grupları karşılaştırıyorsanız etki yönünü tanımlayın.	
	20c	Çalışma sonuçları arasında olası heterojenlik nedenlerinin tüm araştırmalarının sonuçlarını sunun.	
	20d	Sentezlenen sonuçların sağlamlığını değerlendirmek için yapılan tüm duyarlılık analizlerinin sonuçlarını sunun.	
Biasları bildirme	21	Değerlendirilen her bir sentez için eksik sonuçlardan kaynaklanan (biasların bildiriminden kaynaklanan) bias riski değerlendirmelerini sunun.	
Kanıtın kesinliği	22	Değerlendirilen her bir sonuç için kanıt olarak kesinlik (veya güvenilirlik) değerlendirmeleri sunun.	
TARTIŞMA			
	23a	Diğer kanıt bağlamında sonuçların genel bir yorumunu sağlayın.	
	23b	Derlemede yer alan kanıtın sınırlılıklarını tartışın.	
	23c	Derleme süreçlerinin kullanımının sınırlılıklarını tartışın.	

	23d	Uygulama, politika ve gelecekteki araştırmalar için sonuçların etkilerini tartışın.	
DİĞER BİLGİ			
Kayıt ve protokol	24a	Kayıt adı ve kayıt numarası içeren derleme için kayıt bilgilerini sağlayın veya incelemenin kaydedilmediğini belirtin.	
	24b	Derleme protokolüne nereden erişilebileceğini belirtin veya bir protokolün hazırlanmadığını belirtin.	
	24c	Kayıt sırasında veya protokolde sağlanan bilgilerdeki değişiklikleri açıklayın.	
Destek	25	Derleme için finansal veya finansal olmayan destek kaynaklarını ve derlemede finansman sağlayanların ve sponsorların rolünü açıklayın.	
Çıkar çatışması	26	Derleme yazarlarının çıkar çatışmalarını beyan edin.	
Veri, kod ve diğer materyallerin mevcudiyeti	27	Aşağıdakilerden hangilerinin halka açık olduğunu ve nerede bulunabileceklerini bildirin: şablon veri toplama formları; dâhil edilen çalışmalardan elde edilen veriler; tüm analizler için kullanılan veriler; analitik kod; derlemede kullanılan diğer materyaller	

(Page, 2021)

EK 4

PRISMA PROTOKOLÜ ÖZET KONTROL ÇİZELGESİ

PRISMA 2020 ÖZETLER İÇİN KONTROL LİSTESİ		
Bölüm ve konu	Madde	Kontrol listesi maddesi
BAŞLIK		
Başlık	1	Raporu sistematik derleme olarak tanımlayın.
ARKA PLAN		
Amaçlar	2	Derlemenin ele aldığı ana amaç(lar) veya soru(lar) hakkında açık bir beyan sağlayın.
YÖNTEMLER		
Uygunluk kriterleri	3	Derleme için dâhil etme ve hariç tutma kriterlerini belirtin.
Bilgi kaynakları	4	Çalışmaları belirlemek için kullanılan bilgi kaynaklarını (veri tabanları, kayıtlar gibi) ve her birinin en son arandığı tarihi belirtin.
Bias riski	5	Dâhil edilen çalışmalardaki bias riskini değerlendirmek için kullanılan yöntemleri belirtin.
Sonuçların sentezi	6	Sonuçları sentezlemek ve sunmak için kullanılan yöntemleri belirtin.
SONUÇLAR		
Dâhil edilen çalışmalar	7	Dâhil edilen çalışmaların ve katılımcıların toplam sayısını verin ve çalışmaların ilgili özelliklerini özetleyin.
Sonuçların sentezi	8	Tercihen dâhil edilen çalışmalar ve her biri için katılımcıların sayısını belirterek, ana sonuçlara uygun sonuçları sunun. Meta- analiz yapıldıysa özet değerlendirme ve güvenilirlik/güven aralığı bildirin. Grupları karşılaştırıyorsanız, etkinin yönünü belirtin (yani hangi grup tercih ediliyor).
TARTIŞMA		
Kanıtın sınırlılıkları	9	Derlemeye dâhil edilen kanıtların sınırlılıklarının kısa bir özetini sağlayın (örn. bias riski, tutarsızlık ve kesinliğin incelenmesi)
Yorum	10	Sonuçların ve önemli çıkarımların genel bir yorumunu sağlayın.
DİĞER		
Finansman	11	Derleme için başlıca finansman kaynağını belirtin.
Kayıt	12	Kayıt adını ve kayıt numarasını belirtin.